

УДК 655.244.07

Токарь О. В., старший преподаватель; Зильберглейт М. А., профессор

ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ ШРИФТА И ИЛЛЮСТРАЦИИ МЕТОДОМ ПАРНЫХ СРАВНЕНИЙ

In article results of an estimation of interrelation of fonts and illustrations of fiction by a method of pair comparisons, ranks of combinations of illustrations and fonts, ranks of fonts on legibility are resulted, and also the technique of research and feature of its application to the given object of research is described.

Введение. Как известно, в издании художественной литературы шрифт и иллюстрация находятся в неразрывной связи между собой. Законы их взаимодействия учитывал В. А. Фаворский, в разработанной им классификации шрифтов на одномерно-профильные, объемные, пространственные и двухмерно-цветовые шрифты с их соответствием различным типам иллюстраций [1].

Для упорядочивания объектов оценки (сочетаний шрифтов и иллюстраций) в проведенном эксперименте было применено ранжирование, что позволило выбрать из исследуемой совокупности явлений наиболее существенное [2]. Данный подход дает возможность для анализа связей исследуемых элементов в их стремлении к целостности и раскрытия внутренних противоречий в образовании целого.

В качестве метода исследования был выбран метод парных сравнений, поскольку значительное количество сочетаний шрифтов и иллюстраций не позволяет провести ранжирование с помощью последовательных сравнений.

Основная часть. Для оценки взаимосвязи шрифта и иллюстрации методом парных сравнений была проведена *первая серия эксперимента*, в которой приняли участие 25 экспертов. Было отобрано 10 шрифтов различной жирности, контрастности, удобочитаемости, привычности для читателя, отличающиеся по стилю, рисунку и размеру букв (антиквы и гротески).

Для эксперимента были подобраны по две черно-белые иллюстрации разных художников к классическим произведениям (У. Шекспир «Ромео и Джульетта», М. Ю. Лермонтов «Демон» и др.), различные по технике исполнения (штриховые и полутонные), стилю, насыщенности и контрастности (рис. 1). Формат полосы набора — $5\frac{3}{4} \times 9\frac{1}{2}$ кв.

Известно, что правая страница в книге является активной, читатели обычно обращают на нее больше внимания, чем на левую. Поэтому для большей эффективности эксперимента при экспертной оценке изменяющееся сочетание иллюстрации со шрифтом находилось справа.

Обработка мнений всех экспертов проводится простым усреднением. В итоге были определены

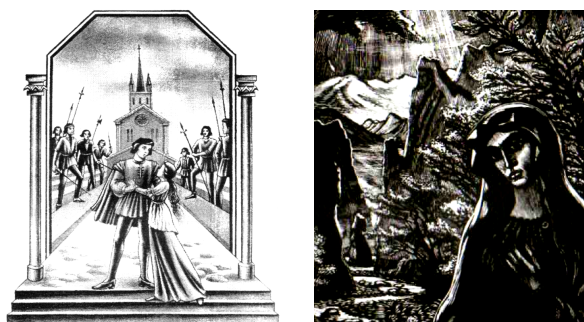


Рис. 1. Примеры светлой и темной иллюстраций первой серии эксперимента

как самые удачные варианты сочетаний шрифта с иллюстрацией, так и самые неудачные. Результаты предпочтений экспертов приведены в табл. 1. Также в рангах приводится удобочитаемость шрифта, определенная методом парных сравнений.

Проанализировав полученные результаты, можно заметить, что для некоторых иллюстраций эксперты выбирали одинаковые шрифты. Например, для светлых полутонных иллюстраций (табл. 1, ил. 1, 4 и 5) участники эксперимента наиболее удачными сочли гарнитуры Bookman Old Style, Garamond.

Для более темных иллюстраций номер два и три эксперты выбрали шрифты Rewinder Medium, Bookman Old Style. Данным гарнитурам отдавалось предпочтение и в сочетании с темной иллюстрацией номер шесть, однако здесь Bookman Old Style участники опроса считали более подходящим, чем Rewinder Medium. Следует также отметить, что шрифт Times New Roman со всеми иллюстрациями стабильно занимает третье место. Неподходящим шрифтом для данных иллюстраций оказался очень светлый шрифт Romanus Cps, имеющий невысокую удобочитаемость: с темными иллюстрациями он располагается на последнем либо предпоследнем местах, со светлыми — чуть выше, однако тоже среди неподходящих шрифтов. Со светлыми иллюстрациями первой и пятой, по мнению экспертов, также плохо сочетаются жирные тяжелые шрифты Franklin Gothic Medium и Monumento.

Ранговые характеристики иллюстраций и шрифтов первой серии эксперимента*

Шрифт	Ил. 1	Ил. 2	Ил. 3	Ил. 4	Ил. 5	Ил. 6	Удобочитаемость шрифта
Times New Roman	3	3	3	3	3	3	2
Monumento	7	5	2	8	10	7	9
Verdana	6	4	6	5	5	6	4
Romanus Cps	8	9	9	10	6	10	10
Rewinder Medium	5	1	1	6	8	2	7
City Nova Lt	10	8	8	9	7	9	8
Franklin Gothic Medium	9	7	5	7	9	8	6
Garamond	2	3	4	2	1	5	3
Old Tuper	4	6	7	4	4	4	5
Bookman Old Style	1	2	1	1	2	1	1

* Иллюстрации 1, 4 и 5 условно относятся к светлым, иллюстрации 2, 3 и 6 — к темным иллюстрациям.

Сделанный экспертами выбор позволяет четко проследить взаимосвязь между лучшими вариантами шрифта и иллюстрациями и удобочитаемостью шрифтов. Для светлых иллюстраций эксперты предпочитали наиболее удобочитаемые шрифты (из представленного ряда шрифтов) Bookman Old Style и Garamond.

Для темных иллюстраций выбор был сделан в пользу шрифтов Bookman Old Style и Rewinder Medium. Если шрифт Bookman Old Style имеет первую позицию по удобочитаемости, то шрифт Rewinder Medium занимает седьмое место из десяти. Для набора такую гарнитуру обычно не используют, но в данном случае толщина штриха иллюстрации соответствует толщине основных штрихов шрифта, создавая, таким образом, весьма гармоничную композицию. Выбор экспертов можно объяснить и тем, что темные иллюстрации требуют жирных насыщенных шрифтов для устранения неуместного контраста между темным пятном иллюстрации и светлой полосой набора.

Проведенное среди экспертов анкетирование показало, что сами эксперты посчитали, что наиболее важными параметрами, оказавшими влияние на их выбор, явились жирность шрифта и иллюстрации (76%), удобочитаемость шрифта (72%), стилистическое единство шрифта и иллюстрации (44%). Также эксперты обращали внимание при выборе сочетаний на наличие и форму засечек (24%) и привычность шрифта для глаза при чтении (30%).

Следует заметить, что на выбор экспертов могла влиять и декоративность шрифта, поскольку цветность иллюстрации, использование при ее создании темных и белых пятен визуально углубляет иллюстрацию, делает ее более сложной. Возможно, эта сложность и влекла за собой выбор шрифта с элементами декоративности. Данное предположение было более детально изучено во второй серии эксперимента по оценке шрифта и иллюстрации.

Определение взаимосвязи архитектоники шрифта и иллюстраций также проводилось методом парных сравнений. Для анализа взаимосвязи архитектоники шрифта и иллюстраций

экспертам были представлены различные варианты сочетаний иллюстраций и текста на странице стандартного формата.

Для набора текста использовалось 10 гарнитур: Century, Arial, Arbat, Garamond, Book Antiqua, Times New Roman, AGHelveticaCyr, Franklin Gothic Medium, Comic Sans MS, Cyrillic Old. Данные шрифты можно разделить следующим образом: одномерно-профильный: Arbat; объемный: Century; пространственные: Garamond, Book Antiqua, Times New Roman, Cyrillic Old; двухмерно-цветовые: Arial, AGHelveticaCyr, Franklin Gothic Medium, Comic Sans MS.

Для анализа были выбраны шесть художественно-образных черно-белых иллюстраций. Четыре из них выполнены разными художниками для разных изданий романа «Мастер и Маргарита» М. А. Булгакова, две — одним художником для одного и того же издания романа «Война и мир» Л. Н. Толстого (рис. 2). Сюжет, стиль и настроение рисунков соответствуют содержанию и характеру произведений.

При сравнении различных вариантов сочетаний текста, набранного десятью шрифтами, с шестью разными иллюстрациями каждый эксперт (как и в первой серии) заполнял матрицу парных сравнений. Всего были получены 108 таблиц, заполненных экспертами. После обработки данных всех таблиц для каждой иллюстрации и гарнитуры была получена суммарная частота предпочтений и определен ранг. Для полноты эксперимента по методу парных сравнений также была определена удобочитаемость шрифтов. Ранговые характеристики второй серии эксперимента представлены в табл. 2.



Рис. 2. Иллюстрации к роману «Война и мир», условно названные «Всадник» и «Светский вечер»

Ранговые характеристики иллюстраций и шрифтов второй серии эксперимента

Шрифт	Ил. 7	Ил. 8	Ил. 9	Ил.10	Ил. 11	Ил. 12	Удобочитаемость шрифта
Century	5	1	1	2	8	1	4
Arial	9	9	5	4	3	2	5
Arbat	7	6	3	3	5	8	9
Garamond	4	2	7	8	8	5	3
Book Antiqua	1	4	2	6	7	4	1
Times New Roman	2	5	4	7	6	6	2
AGHelveticaCyr	10	10	6	5	4	3	8
Franklin Gothic Medium	3	8	8	9	2	9	6
Comic Sans MS	8	7	3	1	1	7	7
Cyrillic Old	6	3	9	10	9	10	10

С иллюстрациями к роману «Война и мир» наиболее предпочтительны антиквенные шрифты: Book Antiqua, Century, Garamond, Times New Roman, наименее — шрифты Arial и AGHelveticaCyr. В сочетании с иллюстрацией «Всадник» (табл. 2, ил. 7) получила высокое место гарнитура Franklin Gothic Medium, тогда как с иллюстрацией «Светский вечер» (табл. 2, ил. 8) она заняла только восьмое место. Данные иллюстрации сходны по манере исполнения, насыщенности цвета, отображению пространства, так что вероятнее всего на выбор экспертов повлияло настроение сюжета. Шрифт Franklin Gothic Medium имеет четкие, ровные, жесткие формы, он немного заужен и производит впечатление вытянутого вверх. Такой шрифт вполне логично сочетается с иллюстрацией «Всадник» по своему настроению. Иллюстрация и буквы в данном случае не соответствуют друг другу по параметру толщины штрихов, но фактор настроения сюжета оказался здесь более весомым.

Гарнитура Cyrillic Old в большей степени сочетается с иллюстрацией «Светский вечер» (третье место в ряду), чем с иллюстрацией «Всадник» (шестое место). Формы букв данного шрифта сложны, имеют плавные закругления, наплывы, украшения. Со сложной формой данного шрифта не ассоциируется военный мотив, но вполне гармонирует спокойный вечер при свечах.

Рубленные гарнитуры Arial и AGHelveticaCyr не сочетаются с обеими иллюстрациями, так как не подходят по стилю. Гарнитура Arbat получила среднее значение в ряду при сопоставлении с обеими иллюстрациями. Данный шрифт слишком светел и рисунок кажется пятном на странице. Буквы этого шрифта принадлежат, по теории В. А. Фаворского, к группе одномерно-профильных, и поэтому плохо смотрятся на странице рядом с пространственной иллюстрацией.

С иллюстрациями к роману «Мастер и Маргарита» (рис. 3) в ряду наиболее предпочитаемых гарнитур встречаются и рубленные (намного чаще, чем с иллюстрациями к «Войне и ми-

ру»), и антиквенные. Наименьшее количество предпочтений в сочетании с этими рисунками имеет шрифт Cyrillic Old из-за отсутствия стилового единства.

Иллюстрации к роману «Война и мир» являются пространственными, и по теории В. А. Фаворского, они соответствуют пространственной букве, т. е. шрифтам Book Antiqua, Garamond, Times New Roman, Cyrillic Old. При выборе эксперты отдавали предпочтения именно таким сочетаниям, однако можно заметить и исключения: гарнитуры Century и Franklin Gothic Medium. Предположительно при выборе этих шрифтов на предпочтения экспертов оказали влияние характер сюжета (Franklin Gothic Medium) и удобочитаемость самого шрифта (Century).

Шрифты с двумерно-цветовыми буквами (Comic Sans MS, Arial, AGHelveticaCyr, Franklin

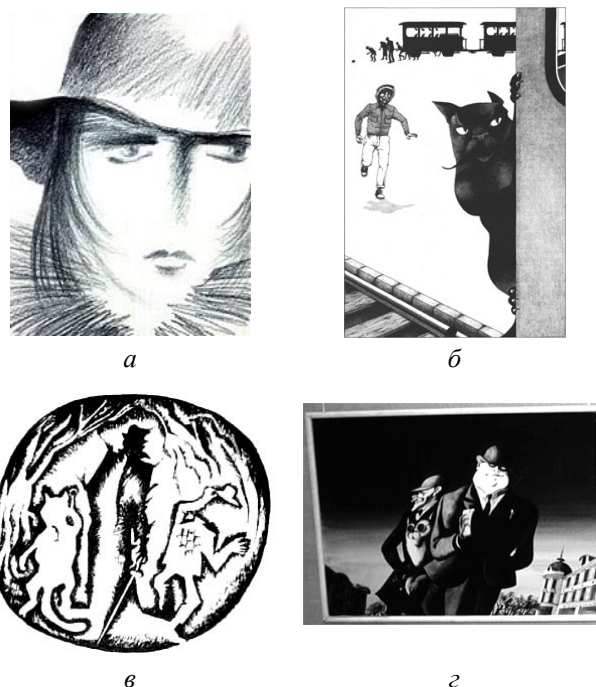


Рис. 3. Иллюстрации к роману «Мастер и Маргарита», условно названные: а — «Маргарита»; б — «Кот»; в — «Трое»; г — «Веселая компания»

Gothic Medium) плохо сочетаются с пространственными иллюстрациями, что соответствует теории В. А. Фаворского.

Гарнитура Century получила первое и второе места по предпочтительности в сочетании с рисунками: «Маргарита», «Трое», «Кот» (табл. 2, ил. 9, 10, 12), но оказалась предпоследней в ряду с иллюстрацией «Веселая компания» (табл. 2, ил. 11) поскольку в сочетании с таким шрифтом рисунок кажется пятном. Кроме того, на экспертов иллюстрация производила впечатление своей оригинальностью, свежестью, новизной, поэтому при выборе наилучших предпочтений они тяготели к более оригинальному шрифту. Гарнитура Century воспринималась ими как обычная, стандартная и поэтому неподходящая для данной иллюстрации. Это плоскостной рисунок, выполненный черным пятном, и по теории В. А. Фаворского он соответствует двухмерно-цветовой букве, к которой относятся первые четыре гарнитурные варианты, а гарнитуры, занявшие в ряду последнее место, принадлежат к пространственной группе, и их сочетание с данным рисунком является наихудшим.

Предметная иллюстрация «Маргарита» напрямую соответствует объемной букве шрифта Century, который и занимает здесь первое место. Шрифт Comic Sans MS признавался экспертами более удачными для иллюстраций к роману «Мастер и Маргарита», чем для иллюстраций к «Войне и миру». Это объясняется тем, что шрифт производит впечатление замысловатого, небрежного и немного искаженного, как и сюжеты иллюстраций.

Шрифт Cyrillic Old из-за стилистического несоответствия признается совершенно неподходящим для всех рисунков к роману Булгакова. Шрифт Arbat с большинством иллюстраций к «Мастеру и Маргарите» также находится в пятерке лучших, поскольку соответствует настроению иллюстраций. Arbat имеет невысокий ранг с иллюстрацией «Кот» (восьмое место), поскольку здесь имеет место несочетаемость одномерно-профильного шрифта с пространственной иллюстрацией.

Гарнитура Franklin Gothic Medium с иллюстрацией «Веселая компания» на втором месте в ряду предпочтений, а с рисунками «Маргарита», «Трое», «Кот» на девятом. Это можно объяснить непосредственной связью между иллюстрацией, выполненной черным пятном («Веселая компания»), и двухмерно-цветовыми буквами. Кроме того, хорошо сочетается темный тон наборной полосы с насыщенным по цвету рисунком.

Выводы. Таким образом, можно отметить, что классическим иллюстрациям соответствует классический шрифт, причем при выборе эксперты обращали внимание на удобочитаемость, в то время как для более оригинальных иллю-

страций, несущих в себе своеобразное отношение художника к предмету иллюстрирования, эксперты считали более правильным выбор шрифтов, имеющих большую декоративность и выраженную эстетику.

Коэффициенты конкордации составили от 0,70 («Веселая компания») до 0,43 («Маргарита»). Проверка по критерию Пирсона показала значимость полученных результатов для $p = 0,99$. Анализ структуры экспертных оценок методом кластерного анализа для иллюстрации, имеющей самый низкий коэффициент конкордации («Маргарита»), показал четкое разделение мнений экспертной группы при выборе наилучших сочетаний. Большая часть экспертов (67 %) в качестве предпочитаемых сочетаний выбирала вариант со шрифтом, имеющим высокую удобочитаемость (Century, Book Antiqua, Garamond, Times New Roman), шрифты же Arbat, Arial, AGHelveticaCyr и Comic Sans MS имеют в ранговом распределении средний диапазон. Вторая часть экспертов (33 %) в качестве наилучших выбирала именно эти последние шрифты, имеющие не самую высокую удобочитаемость. Подобное распределение позволяет объяснить величину коэффициента конкордации для данной иллюстрации.

Коэффициенты корреляции показывают в целом высокую связь между рангами иллюстраций и шрифтов «Войны и мира» и удобочитаемостью самих шрифтов. Отрицательное влияние в данном случае оказал влияние только выбор мало удобочитаемого шрифта Cyrillic Old для иллюстрации «Светский вечер» (третье место). Иная картина наблюдается для иллюстраций к «Мастеру и Маргарите»: для сочетаний «Кот» и «Маргарита» связь также достаточно высока, а для сочетаний «Трое» и «Веселая компания» — связь обратно пропорциональная, то есть при выборе наилучших сочетаний фактор удобочитаемости шрифта для экспертов был вытеснен стилистическими и сюжетными особенностями иллюстраций. Это дает основание предполагать, что в таких случаях при восприятии материала внимание эксперта было, прежде всего, направлено на оригинальность иллюстрации, а от нее переходило на шрифт. В других же случаях внимание, прежде всего, привлекал текст, набранный шрифтом, а далее оценивалась иллюстрация.

Литература

1. Фаворский, В. А. Литературно-теоретическое наследие / Сост. Е. Б. Мурина, Д. Д. Чебанова. — М.: Советский художник, 1988. — 588 с.
2. Бешелев, С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. — М.: Наука, 1973. — 183 с.

РЕДАКТИРОВАНИЕ КАК ВИД ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

In article editing as difficult, many-sided, creative and obshchest-venno necessary work is analyzed. Such factors as composite build-nost also logic sequence in izlo-zhenii a material are considered. The main approach of the editor to a manuscript estimation? It is the approach political: whether it is useful to readers, whether it arms with their scientific knowledge, whether it serves a society as a whole and to the state.

Редактирование как общественно-практическая и культурно-творческая деятельность неразрывно связана с возникновением и развитием первоначально книгоиздания, а затем печатных и электронных средств массовой информации. Именно Франциск Скорина, впервые выпустивший в 1517 году на родном языке книгу «Псалтырь», был не только выдающимся издателем, печатником, ученым, но и первым белорусским редактором. Благородные замыслы, стремления, пожелания, идеи этого выдающегося деятеля культуры сегодня успешно продолжают его духовные наследники.

В Республике Беларусь насчитывается более 400 организаций различной формы собственности, которые занимаются издательской деятельностью; около 300 полиграфических предприятий осуществляют печатание продукции. Ежегодно в нашей стране выпускается в среднем более 9 тысяч книг и брошюр общим тиражом более 50 миллионов экземпляров. Причем тематика их характеризуется большим спектром разнообразия и рассчитана на все читательские группы. Это художественные произведения белорусских писателей, а также писателей ближнего и дальнего зарубежья на белорусском, русском, английском и других языках для взрослых и детей; учебники, учебные и методические пособия для высших, средних специальных и общеобразовательных учебных заведений; научные, научно-популярные, массово-популярные, производственно-популярные, технические издания; универсальные и отраслевые энциклопедии, словари, справочники; книги по праву, истории, культуре, искусству Беларуси и зарубежных стран и др.

В нашей стране большим спросом пользуются печатные средства массовой информации. У нас зарегистрировано и издается 819 газет, 426 журналов, 44 бюллетеня, 2 каталога, 2 альманаха различных форм собственности. Они печатают материалы на белорусском, русском, английском, немецком, украинском и польском языках. Все периодические издания подразделяются по своей профильной направленности (общественно-политические, молодежные, детско-юношеские, культурологические, литературно-художественные, рекламные, развлекательные и др.) и удовлетворяют спрос всех групп и слоев населения по социальному, возрастному, профессиональному, национальному признакам.

В каждой книге и брошюре, в любом напечатанном материале периодического издания аккумулирован профессиональный труд редактора. Причем под термином «редакторский труд» следует понимать практику работы того или иного творческого сотрудника издательства, газеты, журнала. Этот труд сложен и многообразен. Значимость и компетентность редакторского труда определяются тем, что он (труд) представляет собой комплекс нескольких видов деятельности: организационной, методической, аналитической, критико-оценочной, творческой, литературной. Следовательно, без редактора и его труда нормальная, успешная работа издательства, прессы невозможна. Вот почему в свое время возникла необходимость готовить специалистов такого профиля в высших учебных заведениях.

Начиная с 2001 года, Белорусский государственный технологический университет выпускает специалистов широкого профиля технологов-редакторов для работы в издательствах, периодических изданиях, полиграфических предприятиях. Вся учебно-воспитательная работа профессорско-преподавательского состава БГТУ организована так, чтобы дать своим выпускникам базовые знания по естественным, техническим, гуманитарным наукам, праву, экономике, культурологии, литературоведению, языкознанию, полиграфическому и редакционно-издательскому делу. Значительное время отводится практическим занятиям, написанию курсовых и дипломных проектов, производственной практике. Выпускники нашего вуза успешно могут работать в издательствах, полиграфических предприятиях, газетах, журналах любого профиля. В освоении редактором профессионального труда особую роль играют лекционные и практические занятия по редактированию («Общий курс редактирования», «Редактирование отдельных видов литературы», «Редакторская подготовка газетно-журнальных изданий»). Благодаря усвоению определенной суммы знаний редактор приобретает профессиональные навыки своего труда, которые затем развиваются, совершенствуются в процессе общественно-практической и культурно-творческой деятельности.

Нет универсального ответа на вопрос, как редактировать, ибо нет такого постоянно действующего безотказного способа правки, кото-

рый обеспечивал бы успех во всех разнообразных случаях. И все же, если взглянуть на редактирование с точки зрения целей, поставленных перед ним, мы сразу обнаружим четко выраженные задачи: обеспечить смысловую определенность, ясность, направленность текста, с одной стороны, и способность наилучшей в литературном, стилевом отношении выразительности материала — с другой. Такое разделение вполне естественное: одно касается смысла, другое языка, стиля. Как неразрывны понятия мысль и слово, форма и содержание, так невозможно отделить редактирование смыслового от редактирования литературного.

Чтобы обеспечить эффективность профессионального труда, всесторонне проанализировать произведение, критически оценить его, сделать текст более доходчивым, убедительным, восприимчивым, редактор должен обладать определенными качествами, придерживаться соответствующих принципов. Причем эти принципы должны стать методологией профессионального редакторского труда, активным руководством к действию.

Прежде всего редактор обязан занимать активную политическую позицию. В своем выступлении перед работниками печати по случаю 80-летия газеты «Советская Белоруссия» Президент нашей страны А. Г. Лукашенко отметил: «Для Советской Белоруссии главное — оставаться политически влиятельной газетой». И далее: «Журналисты очень сильно помогают удерживать стабильность в обществе. Без них мы не смогли бы эффективно управлять страной» («С Б», № 143 от 3 августа 2007 г.). Эта оценка полностью относится и к редактору. Редактору часто приходится сталкиваться с самыми различными фактами и явлениями действительности. Ему нередко приходится оценивать, определять их общественную и политическую значимость, четко представлять их место в ряду многих других социальных явлений и событий, углубляться в познание происходящих процессов. Все это будет играть важнейшую роль в формировании общественного мнения. Отсюда понятно, как важно политически верно подойти к оценке всего многообразия и сложности общественной и духовной жизни народа. Редактор должен учитывать, чтобы на страницах изданий разумно сохранялся баланс соотношений положительных и отрицательных материалов, давать их в такой пропорции, в какой они есть в самой действительности, в самой жизни. Если тут потерять разумную меру, то легко можно исказить правду жизни, особенно если злоупотреблять «черными» красками.

При ознакомлении с рукописями книг или материалов газетно-популярных изданий редактору подчас приходится решать сложнейшие задачи. Ведь именно от него зависит судь-

ба будущей публикации. Получит ли ее читатель или нет. А если дойдет она до читателя, то в каком виде. В этом отношении труд редактора в какой-то степени сопоставим с постановкой диагноза врачом. Главный принцип как одного, так и другого: не навреди. Но чтобы редактор не допустил ошибки, он должен досконально разбираться в той области знаний, которой посвящена публикация. Того комплекса знаний, которые он получил в вузе, недостаточно. Редактор должен специализироваться по конкретной тематике и знать взаимосвязанные предметы. А для этого необходимо самостоятельно работать, читать побольше литературы по интересующемуся предмету знаний. При этом объектом изучения может быть как отечественная, так и зарубежная литература, особенно содержащиеся в ней новейшие достижения науки и техники. И только в этом случае его критическая оценка будет объективной, максимально приближена к истине, а все замечания, предложения редактора будут восприняты автором с пониманием и не вызовут с его стороны никаких возражений.

В процессе совместной работы над рукописью редактор и автор вступают в определенные творческие отношения. Причем уровень этих взаимоотношений будет выше, чем больше точек соприкосновения, понимания они найдут. Психологически любой автор относится с большим доверием и уважением к редактору, у которого имеются какие-то публикации в виде книг, брошюр, статей, материалов любого жанра. Волей-неволей автор считает такого редактора коллегой по перу, соратником, работником одного творческого цеха. Вот почему редактору, если он хочет стать высоким специалистом своего дела, нельзя замыкаться только в сфере редактирования. Ему необходимо пробовать свои силы и знания в написании публикации собственных материалов. Известно, что многие писатели, ученые, специалисты определенных отраслей знаний работают в печати и одновременно пишут и публикуют свои произведения, труды. В БГТУ на лекциях и практических занятиях по курсу «Редакторская подготовка газетно-журнальных изданий» студенты изучают специфику работы в печатных средствах массовой информации, знакомятся с особенностями всех жанров, методикой их редактирования. Вместе с тем каждый студент пробует свои способности в написании собственного материала в форме любого жанра. Затем написанное всесторонне анализируется и обсуждается. Все это повышает творческий потенциал будущих специалистов, выбравших своим профессиональным трудом редактирование.

Подвергать публичному анализу произведение, предназначенное к изданию, — одно из требований редакторского труда. Именно бла-

годаря такому подходу возможно правильно оценить произведение в целом и его части, оказать квалифицированную помощь автору и оградить читателя от неточностей и ошибок. Особенно полезен такой метод при обработке фактического материала: фамилий, имен, дат, географических названий, событий, цифр, цитат и т. д. А в принципе опытный редактор подвергает критической оценке любой абзац, любую фразу автора. Вместе с тем редактор, если он настоящий специалист, обязан всесторонне, самокритично относиться к своим правкам. Бывают случаи, когда не мешает взглянуть на проблему правки как бы с двух сторон: глазами редактора, правящего рукопись, и глазами автора, создавшего эту рукопись. Ведь автор немало думал, прикидывал, подбирая слова, прежде чем написать каждую фразу. И почему это редактору обязательно должно казаться, что не автор, а именно он, редактор, лучше знает, что и как нужно было написать. Выработать в себе психологическую доминанту объективно оценивать свои возможности, предлагаемую правку – неоценимое качество редактора. Оно позволит и редактору, и автору в процессе совместной творческой работы создать высококачественное произведение по форме и содержанию.

Было бы превосходно, просто идеально, если бы материалы, поступающие в издательства или редакции газет, журналов, были написаны так хорошо, доходчиво, лаконично, выразительно, что не нуждались бы в никаком редактировании. Увы, так в действительности не бывает. И не потому, что они принадлежат неквалифицированным людям. Нет, даже рукопись, представленная человеком грамотным, образованным, весьма компетентным в данной области знаний и даже автором, являющимся профессиональным журналистом или литератором, как правило, в той или иной степени нуждается в уточнении, правке. Но кем бы и как бы произведение ни было написано, если оно представляет интерес для читателя и будет опубликовано, задача редактора – максимально сохранить авторский стиль, язык, направленность размышлений, суждений. А это возможно, если автор сам сделает необходимые исправления, дополнения, сокращения по замечаниям редактора. Приобретает первостепенное значение сам характер и стиль процесса редактирования. Вот почему так важно, чтобы редактор мог разъяснить автору, аргументировать все свои замечания, предложения, добился полного взаимопонимания. Надо суметь подвести автора к той высокой степени профессионализма, когда он сможет посмотреть на свой собственный текст глазами редактора: именно в этом случае их точки зрения совпадут.

Выше отмечалось, что для успешного выполнения своих профессиональных обязанностей

редактору непременно нужна специализация в определенной, конкретной области знаний, в ориентации той тематики рукописей, над которыми ему приходится работать. Это необходимо, но недостаточно. Редактор должен быть разносторонне образован, обладать широкой общей культурой. Известно, что автор (высококвалифицированный специалист, ученый) нередко для придания большей наглядности, эмоциональности может обращаться за примерами к художественной литературе, к искусству, к любым фактам из разных областей культуры. Редактор должен быть готов к оценке и таких примеров, если круг его общих знаний велик, если его кругозор широкий. Это позволит еще более успешно контактировать с автором.

Любое печатное выступление имеет свою особую читательскую аудиторию. От того, на кого рассчитано издание, зависят разработка темы, способ подачи материала, стиль, язык. Эту особенность представленного к печати текста, иллюстраций, вспомогательного материала редактор вынужден учитывать при выполнении профессиональных обязанностей. Так, научные, производственно-технические, нормативные, производственно-практические книги и журналы содержат материалы, написанные в деловом стиле, изобилующие специфическими терминами, цифровыми данными, ссылками на других авторов. Читательская группа таких изданий ограничена, тираж небольшой. Другое дело научно-популярная, массово-политическая, развлекательная литература. Предназначена она широкому кругу читателей. Естественно, она должна быть доступна читателю, имеющему любой образовательный ценз, и характеризоваться простотой, популярностью изложения.

Особое внимание должно быть уделено написанию и редактированию публикаций газеты. Ведь газета рассчитана на самого массового читателя. Поэтому редактор должен быть озабочен тем, чтобы непрерывно росла сила общественно-политического влияния газеты, обязан чутко прислушиваться к голосу своих читателей, постоянно изучать их нужды и запросы. Ни в коем случае недопустимо игнорировать интересы читателя. А такие недостатки, как непопулярность, серый, невыразительный язык, назидательный, поучительный менторский тон материалов должен раз и навсегда исчезнуть со страниц газеты. В газете следует сосредоточить внимание на коренных, принципиальных, общественно значимых проблемах. Если же редакция мельчит вопросы, ходит вокруг да около темы, хочет она этого или нет, то она поступает в интересах читателя. Следовательно, редакторский труд специалиста будет наиболее эффективен в том случае, если он в наибольшей степени будет удовлетворять интересы читателей в целом и отдельных их групп в частности.

Одной из особенностей редакторского труда является владение законами и правилами логики. Без высокой культуры логического мышления невозможно выстроить и глубоко оценить произведение, в какой бы форме оно ни было представлено. Незнание логики, логические просчеты могут подвести даже опытных авторов и редакторов. И наоборот, безупречность доказательства или опровержения гарантирует качество текста, его содержания.

Литературное редактирование текста — важнейшая составная часть работы редактора. В процессе языково-стилистической правки достигаются точность и ясность текста, краткость содержания, живость и выразительность подачи материала, четкость выражения мысли, верность формулировок, устраняются штампы и канцеляризм и т. д. Во многих книгах и статьях по редактированию приводятся конкретные приемы и примеры литературной правки. Усвоить их — первоочередная задача начинающего редактора. Важно только никогда не выучиться настолько, чтобы считать, что все профессиональные секреты мастерства уже познаны и тебе доступно все — от правки первой неумелой заметки начинающего автора до литературного редактирования рукописей знаменитого ученого, маститого писателя. Надо раз и навсегда усвоить, что при всех специфических особенностях редакторская работа, умение хорошо править несет на себе отпечаток личности человека, его способности к этому делу, даже особого редакторского таланта. Этому мастерству можно и надо учиться. Постоянно. И только тогда, когда редакторский труд станет кровным, неотъемлемым для вас делом, вашей сущностью, можно считать, что вы стали профессиональным редактором.

Для работы над изданием редактору часто приходится пользоваться дополнительной литературой по соответствующей отрасли. Такую литературу он всегда может найти в библиотеке. Вместе с тем человек, избравший своей профессией редактирование, должен иметь в качестве настольных пособий энциклопедические и лингвистические словари. Таких словарей много. Только лингвистические словари подразделяются на четыре группы: научные (исследовательские), нормативные, учебные, популярные. И все же в первую очередь каждый редактор никак не может обходиться без таких изданий, как «Словарь русского языка» С. И. Ожегова, и «Тлумачальны слоўнік беларускай літаратурнай мовы». Эти словари содержат устоявшуюся лексику современного языка, соответствующую принятым в практике правилам произношения, правописания, словообразования, т. е. языковой норме. Эти словари компактные, однотомные, ими легко пользоваться. Первый содержит 57000 слов, второй — 65000. Словарь С. И. Ожегова выдержал множество переизданий и пользуется большим спросом у читателей.

Итак, редактирование — это сложный, многогранный, общественно необходимый труд, состоящий из выполнения ряда функциональных обязанностей. Чтобы им овладеть, необходима, с одной стороны, специальная профессиональная подготовка, а с другой — овладение общеобразовательной культурой в широком смысле этого слова. Вместе с тем надо учитывать, что работа редактора — это творческий труд. Не всегда и не каждый редактор в равной мере владеет им. Но если издание в виде книги или газетно-журнального материала после выхода в свет вызовет широкий положительный общественно-политический или научный резонанс, значит, эта публикация была подготовлена на высоком уровне, в нее был вложен полезный творческий труд автора и редактора. В таком случае редактор получит глубочайшее удовлетворение от своего профессионального труда. И это будет самая высокая награда для редактора.

УДК 004.92; 655.26

Сипайло С. В., ассистент; Долгова Т. А., доцент

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОРНАМЕНТАЛЬНОЙ ГРАФИКИ

In article new approaches to representation and creation of digital ornamental images which are based on definition of characteristic groups of symmetry of ornaments are offered. Principles of synthesis of the Byelorussian ornaments are stated and concrete examples of his description are considered.

Введение. В связи с интенсивным развитием компьютерных технологий цифровые методы создания и обработки изображений нашли применение в различных областях человеческой деятельности. Одной из таких областей является полиграфия. К преимуществам цифровых изображений относятся широкие возможности по хранению, обработке, передаче и выводу информации. В частности, цифровые изображения могут быть оперативно и с высокой точностью преобразованы в управляющее воздействие технологического оборудования на обрабатываемый материал. В полиграфии в качестве такого оборудования выступают устройства вывода информации на материальный носитель (фотопленку или формную пластину) для последующего тиражирования либо предварительной оценки репродукционного процесса (цветопробы).

В зависимости от характера элементов изображения оптимальным вариантом его представления для хранения и преобразования может выступать пиксельный либо векторный метод описания графической информации. Векторная графика наиболее эффективна при отсутствии необходимости описывать плавные переходы полутонов, что и определяет ее применение для кодирования иллюстраций, чертежей, логотипов и т. п. В векторном формате наиболее часто представлен и такой элемент графического оформления продукции, как орнамент, что обусловлено четкостью его очертаний и резкими цветовыми переходами. Векторный способ представления орнамента позволяет исключить потери информации при геометрических преобразованиях орнаментального изображения (поворот, масштабирование, сдвиг) и обеспечивает небольшой объем данных для его воспроизведения.

Существенным фактором, ограничивающим использование векторного способа представления изобразительной информации, является сложность реализации ввода данных об изображении. Это актуально как в случае получения цифровой копии вещественного оригинала,

так и при создании новых изображений средствами компьютерной графики. Существующие средства векторизации пиксельных и создания векторных изображений имеют универсальную направленность, т. е. рассчитаны на решение широкого круга задач без учета специфики изображений различного вида. Это негативно сказывается на степени автоматизации создания векторного изображения и может служить основанием для разработки специализированных средств компьютерной графики.

Характерным признаком орнаментов является симметрия, учет которой может сократить трудоемкость их создания, сведя процесс к получению орнаментального фрагмента простой формы с низкой степенью симметрии и его дублированию в соответствии с типом симметрии создаваемой фигуры.

Текущее состояние программ векторной графики [1] позволяет реализовать такой подход к созданию орнаментальных изображений лишь в ручном режиме, предоставляя базовые возможности по разовому выполнению следующих преобразований: отражение, поворот, параллельный перенос. В то же время при создании изображений с высокой степенью симметрии такие преобразования требуется выполнять многократно, а их параметры должны быть заданы в строгом соответствии с нужным видом симметрии. Нахождение количественных параметров преобразований, необходимых для создания определенной симметричной фигуры, в настоящее время также не автоматизировано.

Исходя из вышесказанного, с учетом достаточно широкого распространения орнамента как средства дизайна, целесообразным представляется поиск и реализация новых подходов к автоматизации процесса создания симметричных векторных изображений, в частности, орнаментов.

Описание и создание орнаментальных изображений на основе симметрических свойств. Для решения поставленной задачи применительно к отечественным народным орнаментам были выявлены наиболее характерные

для них группы симметрии. Для белорусских орнаментов в форме розеток характерны три вида групп симметрии: m , $2\text{-}m$ и $4\text{-}m$ (здесь и далее для обозначения групп симметрии орнаментов используются символы симметрии Шубникова). Перечисленные группы базируются на таких элементах симметрии, как плоскость симметрии, поворотная ось симметрии 2-го порядка, поворотная ось симметрии 4-го порядка. Среди сетчатых белорусских орнаментов наиболее распространены группы симметрии $(a:a):4\text{-}m$ (комбинация взаимно перпендикулярных осей переноса одинаковой периодичности с осью симметрии 4-го порядка и плоскостями симметрии), $(b:a):2\text{-}m$ (комбинация взаимно перпендикулярных осей переноса различной периодичности с осью симметрии 2-го порядка и плоскостями симметрии), $(a/a):2\text{-}m$ (комбинация неперпендикулярных осей переноса одинаковой периодичности с осью симметрии 4-го порядка и плоскостями симметрии). Симметрия бордюрных белорусских орнаментов в большинстве случаев характеризуется группами $(a):2\text{-}m$ (комбинация оси переноса с плоскостями симметрии и осью симметрии 2-го порядка) и $(a):m$ (комбинация оси переноса с плоскостью симметрии, перпендикулярной направлению переноса).

При изучении симметрии орнаментов установлено [2], что их рассмотрение как гомогенной симметричной системы из повторяющихся элементов не дает достаточной информации о группах симметрии для того, чтобы свести процесс создания разнообразных узоров к тому или иному алгоритму симметрических преобразований базового элемента, взятого из узкого перечня вариантов. Симметрически неделимый фрагмент такой одноуровневой системы остается трудновоспроизводимым и, кроме того, очень сильно изменяется по форме от орнамента к орнаменту даже в пределах одной группы. Это требует дополнительного разделения белорусских орнаментов на более низкие структурные элементы, характеризующиеся упрощенной формой и более высокой степенью встречаемости в различных узорах.

Проведенный для этих целей системный анализ белорусских орнаментальных изображений показал, что они часто представляют собой сложные составные фигуры. При несовпадении симметрических групп составных частей гетерогенной фигуры происходит понижение ее симметрии. Согласно принципу суперпозиции групп симметрии для гетерогенных систем группа симметрии G гетерогенного геометрического объекта является общей подгруппой групп симметрии частей G_i . Системное описание симметрии белорусских орнаментов на основе принципа суперпозиции позволило представить их в виде многоуровневой упорядоченной системы из менее сложных элемен-

тов. Более глубокий уровень структурирования составных узоров, по сравнению с рассмотрением симметрии фигуры в целом, обеспечивает разделение белорусских орнаментов на симметрически неделимые фрагменты упрощенной формы, имеющие более высокую степень встречаемости в узорах различной симметрии, что способствует унификации синтеза орнаментальных узоров, различных по форме.

Так, многие бордюрные и сетчатые орнаменты представляют собой сочетание двух или трех симметричных периодических структур, наложение которых часто приводит к понижению симметрии составной фигуры. Вместе с тем встречаются бордюрные и сетчатые орнаменты, не имеющие составных бесконечных подструктур. Кроме того, если выделить розетку, заключенную внутри орнаментальной ячейки, и рассматривать ее симметрию изолированно от симметрии сетчатой фигуры, нередко можно обнаружить более высокую степень симметрии по сравнению с симметрией ячейки. Это объясняется тем, что симметрия ячейки обусловлена подгруппой трансляций сетчатого орнамента. Встречающееся несовпадение симметрии ячейки и находящегося в ее пределах изображения говорит о целесообразности разграничения синтеза розеточного мотива и периодического узора.

Таким образом, процесс создания бордюрных и сетчатых орнаментов может быть представлен в два этапа: формирование орнаментальных розеточных мотивов и последовательные преобразования их дубликатов, входящие в группу симметрических переносов и отражений орнаментальной ячейки. Наиболее сложным из этих этапов представляется синтез орнаментальных розеток. Периодическое же повторение изображения розетки в соответствии с группой симметрии бесконечной периодической подструктуры является достаточно простой алгоритмической задачей.

В свою очередь сложные белорусские орнаментальные розетки, как правило, могут быть представлены в виде системы из нескольких концентрических узоров симметрии $2\text{-}m$ и $4\text{-}m$. Это справедливо и для розеток в виде обособленных фигур, и для розеточных мотивов бесконечных орнаментов. При этом перечень простых симметричных объектов, служащих основой для формирования более сложных орнаментальных систем, ограничен сравнительно небольшим количеством типов формы. Это дает возможность описывать разнообразные составные розеточные орнаменты различной степени сложности, опираясь на базовый набор простых элементов.

Геометрические розеточные элементы самого низкого уровня сложности можно сформировать в результате дублирования и определенных преобразований повторяющихся частей симмет-

ричной фигуры. При этом выполняемые преобразования должны входить в группу симметрии создаваемого объекта. Наиболее явным вариантом выбора базового элемента для дублирования является фрагмент формируемого узора, симметрически неделимый с точки зрения готовой фигуры. Однако такой подход вызывает необходимость использования индивидуальных базовых элементов для создания разных по форме фигур. Более эффективным способом синтеза простых розеток с точки зрения унификации алгоритма процесса представляется способ, в основу которого положено использование единого базового элемента на начальной стадии формирования любого узора. Как известно, единым элементом белорусских орнаментальных розеток является дискретная единица орнамента — однородная прямоугольная ячейка (далее будем называть ее «дискретный элемент»). Возможность ее использования в качестве базового элемента на начальной стадии синтеза розеток обусловлена тем, что части простого геометрического орнамента при автономном рассмотрении, как правило, могут быть представлены в виде фрагментов простейших бордюров, образованных дискретными элементами. В силу ярко выраженной дискретности белорусского орнамента количество элементов такого бордюра будет небольшим, что позволяет сформировать его с использованием малого количества движений базового объекта. Далее полученный фрагмент симметричного узора используется в качестве нового, усложненного, базового элемента для получения розетки посредством симметрических преобразований.

Стоит также отметить, что перечень движений, задействованных при получении симметричного узора, зачастую меньше общего количества элементов его группы симметрии, а способов создания узора может быть несколько. Предпочтение тому или иному варианту синтеза может отдаваться, исходя из наименьшего количества движений, компактности и степени унификации алгоритма синтеза, а также функциональных возможностей программной среды.

В качестве примера создания простой орнаментальной розетки по изложенному принципу

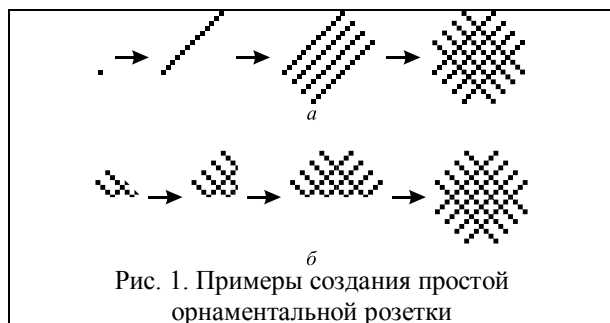


Рис. 1. Примеры создания простой орнаментальной розетки

можно привести рис. 1, а. Изображенный на нем розеточный узор можно получить из дискретного элемента следующим образом: 1) на начальной стадии формируется зубчатый диагональный элемент, который можно представить как фрагмент бордюра, получаемый посредством параллельного переноса дубликатов квадрата вдоль диагонали; 2) далее производится трехкратное дублирование текущей фигуры путем параллельного переноса в перпендикулярном направлении; 3) затем совокупность диагональных элементов дублируется вращением вокруг поворотной оси симметрии четвертого порядка, перпендикулярной плоскости рисунка, на элементарный угол поворота ($90^\circ = 360^\circ/4$). Для сравнения можно проиллюстрировать способ синтеза той же розетки, основанный на использовании в качестве базового элемента симметрически неделимого фрагмента цельной фигуры (рис. 2, б). Как видно, в отличие от предложенного выше варианта синтеза, этот способ требует использования существенно более сложного в описании базового элемента.

Орнаментальные розетки более высоких уровней сложности, как было отмечено выше, могут быть получены из розеточных элементов первого уровня путем их сложения или вычитания друг из друга с соблюдением необходимого относительного расположения.

На основе сформулированных принципов создания орнаментальных изображений может быть получено формализованное описание синтеза орнаментов, позволяющее реализовать процесс программно.

Приведем несколько примеров такого формализованного описания орнаментальных розеток различной сложности и орнамента бесконечного типа.

Орнаментальная решетка из пересекающихся диагональных отрезков может быть получена по следующему алгоритму:

$$M_{1,2}(n1, n2, i3, n3) = [(a_{1,-1,n1} \rightarrow a_{1,1,n2}) \cup (a_{1,-1,n1-1} \rightarrow a_{1,1,n2-1})] \rightarrow a_{i3,i3,n3} \rightarrow n_{4c} \quad (1)$$

где $a_{i,j,n}$ — параллельный перенос дубликата мотива $n - 1$ раз с периодом i дискретных элементов по горизонтали и j дискретных элементов по вертикали; n_{4c} — поворот дубликата фигуры вокруг оси 4-го порядка, расположенной в центре текущего узора, на элементарный угол поворота и наложение двух полученных фигур без удаления пересекающихся частей.

Для создаваемой фигуры параметр $n1$ будет соответствовать длине элемента решетки, $n2$ — толщине элемента решетки, $i3$ — периодичности расположения элементов в создаваемой розетке, а $n3$ — количеству элементов решетки, параллельных друг другу.

При определении конкретных числовых параметров преобразований должны соблюдаться следующие условия: $n3 \geq 1$; $i3 \geq n2$; $n2 < n1$; $n1 \geq i3 \cdot (n3 - 1) + n2 - 1$.

Приводимые здесь и далее соотношения получены исходя из анализа существующих изображений белорусских народных орнаментов, принадлежащих к описываемому типу узора. Соотношения основываются на пропорциях, характерных для рассматриваемого узора, и его размерных данных. Данная система ограничений предусмотрена с целью соблюдения традиций, сложившихся в белорусской орнаментике.

Дискретное изображение квадрата, опирающегося на вершину, может быть описано выражением

$$M_{1,4}(n1, n2, n3) = [(a_{1,-1,n1} \rightarrow a_{1,1,n2}) \cup (a_{1,-1,n1-1} \rightarrow a_{1,1,n3})] \rightarrow n_{4,1-n2}, \quad (2)$$

где $n_{4,i}$ — 3-кратный поворот дубликата фигуры вокруг оси 4-го порядка, расположенной в центре создаваемого узора, на элементарный угол поворота и наложение 4-х полученных фигур без удаления пересекающихся частей. При этом ось симметрии смещена на i дискретных элементов по горизонтали и вертикали от центра дискретного элемента, расположенного в правом нижнем углу исходного фрагмента.

Для данного типа узора $n1 \geq 3$; $n2 \geq 1$; $n3 = n2$ или $n3 = n2 - 1$; $n2 + n3 \leq n1$.

В свою очередь, синтез розетки более высокого уровня сложности, основывающейся на рассмотренных элементах первого уровня, можно представить в следующем виде:

$$M_{2,1}(n1, n2, i1, n3, n4, n5, n6) = \{[M_{1,2}(n1, n2, i1, n3) \cup M_{1,4}(n4, n4, n4 - 1)] \cap \bar{M}_{1,4}(n4, n4, n4 - 1)\} \cup M_{1,4}(n4, n5, n6) \quad (3)$$

При этом $(n3 - 1) \cdot i1 + n2 \leq n4 < n1$.

Генерирование сетчатых орнаментов симметрии вида $[(a:a):4 \cdot m] \cap [(a:a):4 \cdot m]$, в общем виде описывается следующим образом:

$$[M1 \rightarrow a_{i,0,n} \rightarrow a_{0,i,m}] \cup [(M2 \rightarrow a_{i,0,n} \rightarrow a_{0,i,m}) \rightarrow b_{i/2,i/2}], \quad (4)$$

где $M1$ — размножаемый мотив большего размера; $M2$ — второстепенный «узловой» мотив; $b_{i,j}$ — параллельный перенос фигуры относительно базового положения на i дискретных элементов по горизонтали и на j дискретных элементов по вертикали.

Аналогичным образом можно описать процессы создания белорусских орнаментов других типов по форме и составу.

На основе выполненного формализованного описания синтеза белорусских орнаментов разработана программа Ornamentika [3, 4], которое представляет собой встраиваемый программный модуль CorelDraw, написанный на языке Visual Basic for Applications (VBA). Программа значи-

тельно расширяет базовые возможности векторного пакета, обеспечивая создание в автоматическом режиме белорусских розеточных орнаментов простого и среднего уровней сложности. Инструменты программы позволяют получать как простые объекты, так и достаточно сложные составные розетки. Кроме того, программа может существенно автоматизировать процесс создания орнаментальных розеток сложной формы и состава, а также орнаментов бордюрного и сетчатого типов.

Выводы. Таким образом, в основу анализа и синтеза орнаментальных изображений, в частности белорусских, может быть положена теория симметрии. Определение характерных групп симметрии и рассмотрение орнаментов как многоуровневой системы симметрически упорядоченных элементов дает возможность точно и компактно описать процесс создания орнаментов на специально разработанном формальном языке. Это позволяет значительно расширить стандартные возможности векторного представления орнаментальной графики за счет сокращения объема информации, требуемой для описания и формирования изображения. Предложенные новые подходы к созданию орнаментальной графики в общем виде также могут быть применены для описания других типов сложных симметричных изображений и разработки соответствующих программных средств.

Литература

1. Сипайло, С. В. Средства и методы автоматизированного проектирования цифровых изображений белорусских орнаментов / С. В. Сипайло // Труды БГТУ. Сер. X. Издат. дело и полиграфия. — 2004. — Вып. XII. — С. 37–40.
2. Сипайло, С. В. Применение теории групп для описания симметрии белорусских орнаментов / С. В. Сипайло, Т. А. Долгова // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — 2003. — Вып. XI. — С. 49–55.
3. Сипайло, С. В. Разработка программного обеспечения для автоматизации формирования белорусских орнаментов в допечатных процессах полиграфии / С. В. Сипайло // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — 2006. — Вып. XIV. — С. 55–58.
4. Сипайло, С. В. Создание орнаментальных изображений с помощью встраиваемого программного модуля CorelDraw / С. В. Сипайло // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — 2007. — Вып. XV. — С. 17–20.

ТИПИЗАЦИЯ БЕЛОРУССКИХ ОРНАМЕНТОВ ПО ФОРМЕ ОРНАМЕНТАЛЬНОГО МОТИВА

In article the new approach to typification of the Byelorussian ornaments is offered. Various levels of complexity of ornamental rosettes are allocated. The characteristic of the widespread types Byelorussian ornaments is given. The conclusion about use of results of typification for synthesis of the Byelorussian ornaments is made.

Введение. Изображения белорусских народных орнаментов находят применение в различных областях компьютерного и полиграфического дизайна: в оформлении электронных образовательных ресурсов и книжных изданий по истории и культуре Беларуси, краеведению, изданий белорусских поэтов и писателей, отечественной упаковочной продукции, беловых товаров. При этом качественное оформление предполагает использование разнообразных орнаментальных узоров, подчеркивающих индивидуальность продукции. В свою очередь процесс создания орнамента, выполненного в национальном стиле, требует высокой квалификации в области белорусской орнаментики и сопряжен со значительными временными затратами на технические работы.

На основе вышесказанного актуальным представляется разработка специализированных программных средств, учитывающих характерные особенности народных орнаментов и автоматизирующих процесс их создания. Важным шагом в разработке системы автоматизированного проектирования орнаментальных изображений является их типизация по ключевым признакам.

Одним их характерных признаков орнаментальных изображений выступает симметрия. В результате систематизации белорусских орнаментов по их симметрии на различных структурных уровнях [1] были выделены основные группы симметрии белорусских орнаментов и их сочетания. При этом в качестве элемента низшего уровня рассматривалась орнаментальная розетка.

Вместе с тем визуальное различие розеточных мотивов одинаковой симметрии (рис. 1) говорит о необходимости поиска и применения дополнительных критериев для расширенной типизации орнаментальных розеток.

Типы белорусских орнаментов по форме розеточного мотива. В результате изучения розеточных орнаментальных изображений, со-

державшихся в [2–4], установлено, что отличительным признаком розеток в рамках одной группы симметрии выступает общая форма объекта, которая характеризуется определенной геометрической формой и композицией составных частей.

Кроме того, при сравнительном сопоставлении розеточных орнаментов обнаружено, что большинство сложных орнаментальных розеток может быть образовано путем составления по определенным принципам из ограниченного набора простых элементов. При этом некоторые устойчивые комбинации простейших элементов могут выступать и в качестве самостоятельных узоров, и в качестве составных элементов орнаментальных розеток более высокого иерархического уровня. На этом основании можно выделить три укрупненных уровня розеточных объектов: 1) простейшие составные элементы и/или самостоятельные узоры; 2) бинарные или тройные устойчивые сочетания элементов первого уровня; 3) сложные орнаментальные розетки, включающие несколько объектов двух предыдущих уровней.

Распространенные представители розеток трех уровней сложности приведены на рис. 2–4.

В качестве элементов низшего уровня в иерархической структуре орнаментальных розеток можно выделить следующие:

1. Решетка из горизонтальных и вертикальных отрезков, частным случаем которой выступает крест (рис. 2, а). При этом на участках пересечения возможна инверсия орнаментального узора.

2. Решетка из пересекающихся диагональных отрезков, частным случаем которой выступает диагональный крест (рис. 2, б).

3. Четыре одинаковых ветвеобразных элемента, основанных на периодическом повторении углового фрагмента (рис. 2, в).

4. Квадрат, лежащий на основании (рис. 2, г).

5. Квадрат, опирающийся на вершину (рис. 2, д). Часто выполняет функции обрамления.



Рис. 1. Иллюстрация визуального различия розеточных орнаментов одинаковой группы симметрии

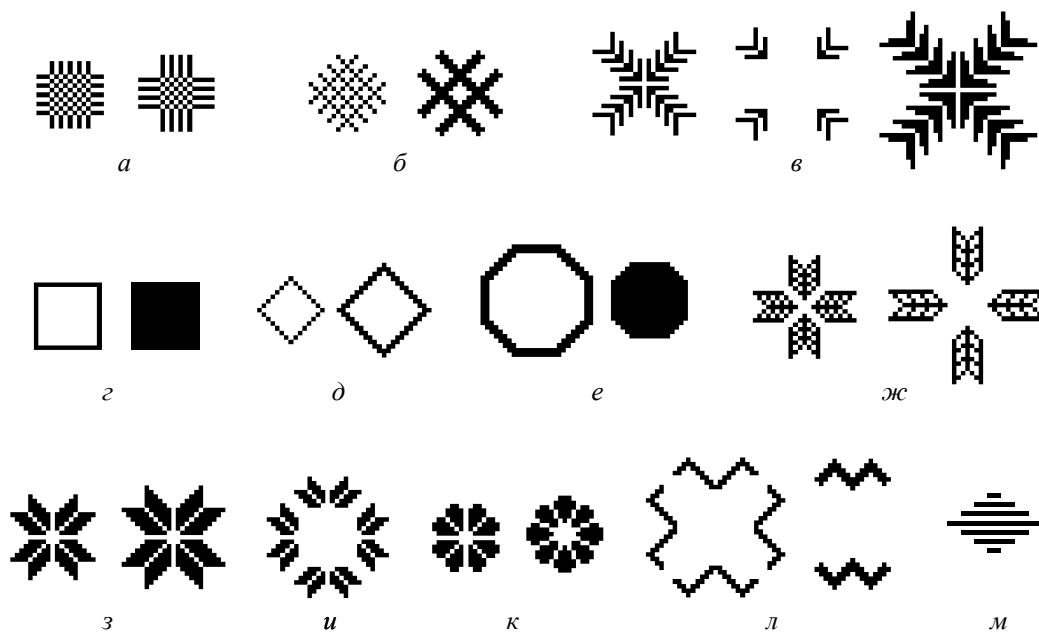


Рис. 2. Орнаментальные розеточные элементы 1-го уровня сложности

6. Узор в виде восьмиугольника, противоположные стороны которого параллельны и равны друг другу (рис. 2, е). Часто выполняет функции обрамления.

7. Четыре пары окончаний звезды, ориентированные по горизонтали и вертикали (рис. 2, ж). Каждое окончание содержит штриховку диагональными отрезками, расположенными с определенным периодом.

8. Четыре пары окончаний звезды, ориентированные вдоль диагонали (рис. 2, з). Имеют, как правило, сплошную заливку.

9. Восемь пар окончаний звезды, ориентированных вдоль диагонали (рис. 2, и). Имеют, как правило, сплошную заливку.

10. Узор из восьми элементов, ассоциирующихся с лепестками цветов (рис. 2, к).

11. Четыре или две пары элементов, каждый из которых включает отрезки, пересекающиеся под прямым углом, — «крючки» (рис. 2, л).

12. Система горизонтальных отрезков, рас-

положенных с заданным периодом, длина которых равномерно возрастает к центру фигуры (рис. 2, м).

При этом узоры 4–6 могут быть контурными либо иметь сплошную заливку. Узоры 5–6 часто выполняют функции обрамления. Объекты 1–4 могут встречаться в виде самостоятельных розеток.

Путем сочетания по строгим правилам перечисленных простейших элементов могут быть получены составные объекты более высокой степени сложности. К ним относятся:

1. Поставленный на угол квадрат с внешней «бахромой» (рис. 3, а). Под «бахромой» здесь понимается система из параллельных отрезков равной длины и периодичности, которые расположены под прямым углом к стороне квадрата. Данную розетку можно представить как результат наложения квадрата на диагональную решетку.

2. Поставленный на угол квадрат с внутренней «бахромой» (рис. 3, б). Объект этого

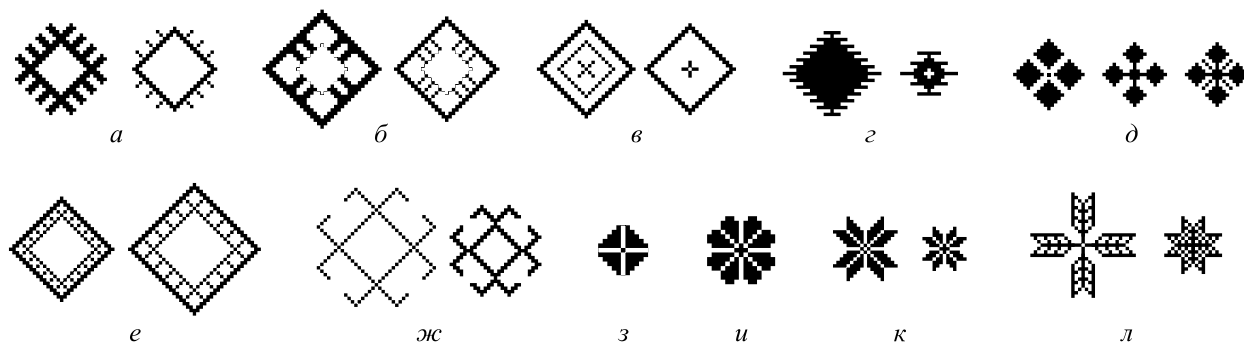


Рис. 3. Орнаментальные розеточные элементы 2-го уровня сложности

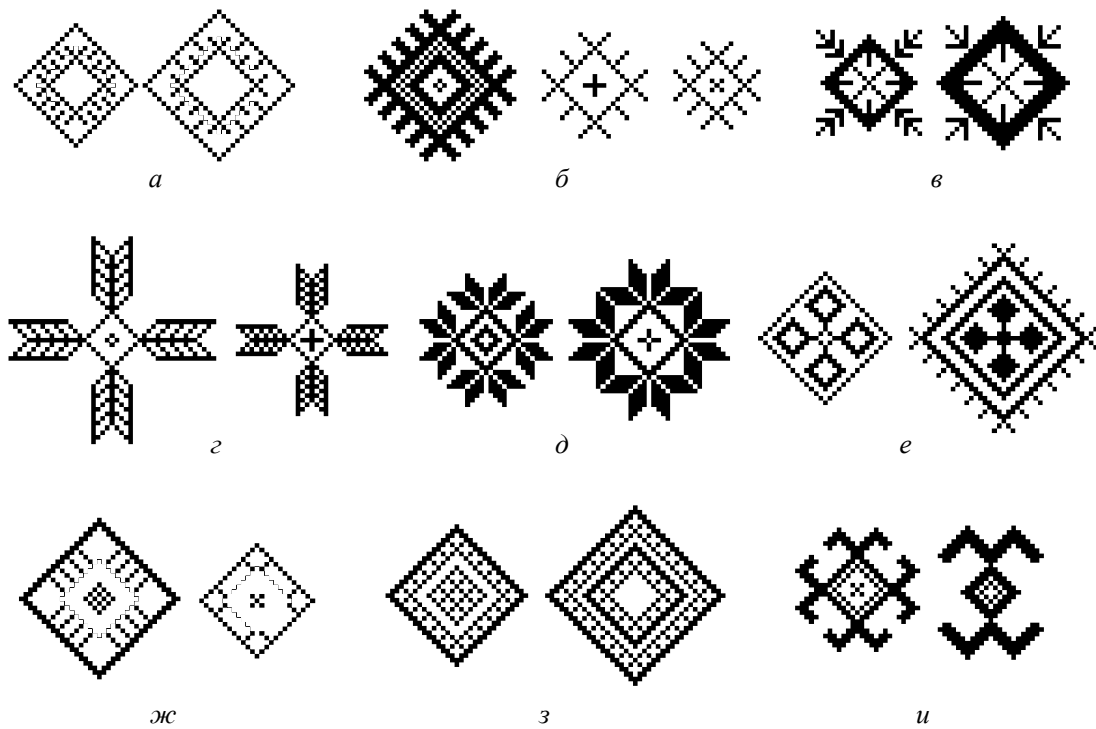


Рис. 4. Орнаментальные розетки элементы 3-го уровня сложности

типа может быть образован объединением диагональной решетки с контурным квадратом и вычитанием центральной области в форме квадрата меньшего размера.

3. Поставленный на угол квадрат (или несколько concentрических квадратов) с крестом в центре (рис. 3, в). В одном случае крест может состоять из диагональных отрезков, а в другом — из горизонтальных и вертикальных.

4. Результат объединения системы горизонтальных отрезков переменной длины с контурным либо сплошным квадратом, опирающимся на вершину (рис. 3, г).

5. Розетка в виде системы из 4-х квадратов, расположенных с 4-х сторон относительно поворотной оси симметрии, с возможным присутствием в центре 5-го квадрата и диагональных отрезков (рис. 3, д).

6. Квадрат, опирающийся на вершину, с окантованными сторонами (рис. 3, е). Узор окантовки представляет собой ряд небольших квадратов, которые состыкованы друг с другом по смежным сторонам.

7. Квадрат, поставленный на угол, с двумя или четырьмя парами «крючков» в вершинах (рис. 3, ж).

8. Узор, который включает центральный квадрат, лежащий на основании, и четыре равнобедренных прямоугольных треугольника, соединяющихся с квадратом в его вершинах (рис. 3, з). Может быть представлен как результат инверсного наложения креста из горизон-

тальных и вертикальных отрезков на сплошной восьмиугольник.

9. Сочетание лепестковых элементов (узор 10 первого уровня) с крестом из горизонтальных и вертикальных отрезков (рис. 3, и). Размер креста, как правило, не превышает трех дискретных элементов орнамента.

10. Объединение 4-х пар окончаний звезды (узор 8 первого уровня) с крестом из горизонтальных и вертикальных отрезков (рис. 3, к). Размер креста, как правило, не превышает трех дискретных элементов орнамента.

11. Розетка, которая включает окончания звезды, ориентированные вдоль горизонтали и вертикали, (узор 7 первого уровня) и крест из горизонтальных и вертикальных отрезков (рис. 3, л) в центре фигуры. Размер креста может изменяться в достаточно широких пределах, а окончания звезды при этом располагаются вплотную к краю отрезков.

Из указанных объектов в качестве самостоятельных узоров часто встречаются фигуры 1—5 и 9—11.

Перечисленные изобразительные элементы двух уровней могут служить основой для создания более сложных розеток в виде обособленных узоров, а также розеток, входящих в состав бордюрных и сетчатых орнаментов.

Среди геометрических орнаментальных розеток третьего уровня, встречающихся в виде отдельных узоров, можно выявить следующие наиболее характерные типы:

1. Квадрат с внешней «бахромой» (элемент 1 второго уровня), расположенный внутри квадрата с внутренней «бахромой» (элемент 2 первого уровня) (рис. 4, а). Также не исключено наличие в центре розетки креста или решетки из диагональных отрезков.

2. Квадрат с внешней «бахромой» (элемент 1 второго уровня), который заполнен несколькими концентрическими элементами (рис. 4, б). В их перечень входят один или несколько квадратов, опирающихся на вершину (элемент 5 первого уровня), а также один из двух типов крестов (элементы 1 и 2 первого уровня). В частном случае внутренние квадраты либо крест могут отсутствовать.

3. Розетка, называемая народными мастерами «багач» (рис. 4, в). Включает в свой состав 4 ветвеобразных элемента (узор 3 первого уровня), квадрат, опирающийся на вершину, систему из двух диагональных отрезков (узор 2 первого уровня), а также крест из горизонтальных и вертикальных отрезков (узор 1 первого уровня), из которого вычтена центральная область в форме квадрата.

4. Розетка, напоминающая по форме звезду (рис. 4, г). Состоит из окончаний звезды, ориентированных вдоль горизонтали и вертикали (элемент 7 первого уровня), которые стыкуются с вершинами квадрата, стоящего на угле (элемент 5 первого уровня). В центре квадрата может находиться крест из горизонтальных и вертикальных отрезков (узор 1 первого уровня). Возможно обрамление звезды 8-угольником или квадратом, стоящим на вершине.

5. Розетка, основанная на 8-ми парах окончаний звезды (элемент 9 первого уровня) (рис. 4, д). Также включает один или несколько квадратов, опирающихся на вершину, (5, уровень 1) с возможным присутствием в центре креста из горизонтальных и вертикальных отрезков (1, уровень 1). Снаружи квадрата не исключено присутствие дополнительных элементов, не понижающих симметрию розетки. Звезда может быть обрамлена 8-угольником или квадратом, стоящим на вершине.

6. Узор из 4-х или 5-ти квадратов (5, уровень 2), которые дополнительно обрамлены квадратом, опирающимся на вершину, (5, уровень 1) и/или квадратом с внешней «бахромой» (1, уровень 2). Например, розетка на рис. 4, е.

7. Розетка в виде квадрата с внутренней «бахромой» (2, уровень 2), в центре которого расположена решетка из диагональных отрезков (2, уровень 1) (рис. 4, ж).

8. Квадрат с окантовкой (6, уровень 2), в центре которого расположена фигура такого же типа либо решетка из диагональных отрезков (2, уровень 1) (рис. 4, з).

9. Квадрат, содержащий «крючки» в вершинах, (7, уровень 2) с внутренним заполнением в виде одного или нескольких квадратов (5, уровень 2) и/или креста из диагональных линий (2, уровень 1) (рис. 4, и).

Для розеток 2, 4, 5 возможно присутствие снаружи одной или двух пар дополнительных элементов (квадратов, крестов и т. п.), расположенных вдоль вертикали и горизонтали. В случае двух пар также возможно их размещение по диагоналям. При наличии только одной пары элементов общая симметрия розетки понижается.

Выводы. Таким образом, выполнив систематизацию орнаментальных розеток по геометрической форме, многообразие розеток удалось представить в виде конечного числа типов, которые характеризуются определенным составом и параметрами сочетания элементов.

Для приведенного комплекса составных элементов можно ввести систему символьных обозначений с целью составления компактной характеристики структуры той или иной орнаментальной розетки. Наличие символьного описания орнаментальных розеток дает возможность построить модель розеточного орнамента для последующего синтеза новых подобных узоров.

Литература

1. Сипайло, С. В. Применение теории групп для описания симметрии белорусских орнаментов / С. В. Сипайло, Т. А. Долгова // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — 2003. — Вып. XI. — С. 49–55.

2. Кацар, М. С. Беларускі арнамент. Ткацтва. Вышыўка. / М. С. Кацар; навук. рэд. Я. М. Сахута. — Мн.: БелЭн, 1996. — 208 с.

3. Беларускі арнамент: Альбом / Склад. М. С. Кацар. — Мінск: Белпрамсавет, 1955. — 152 с.

4. Жабінская, М. П. Складзі ўзор сам. Народны арнамент у побыце / М. П. Жабінская. — Мінск: Польша, 1992. — 220 с.

КІРАВАННЕ ЯКАСЦЮ ЎЗНАЎЛЕННЯ Ў АФСЕТНЫМ ДРУКУ

Main factors influencing the quality of offset printing. Developed mathematical models gain raster printing. Showing their potential for the preparation of pre-printing press avtotipnoy.

Ва ўмовах рынкавай эканомікі якасць паліграфічнай прадукцыі адыгрывае першаступенную ролю. Высокая якасць друкаванай прадукцыі дазваляе забяспечыць яе канкурэнтаздольнасць, умацаваць пазіцыі друкарні на рынку паліграфічных паслуг і стварыць тэхналагічныя перадумовы для эфектыўнай камерцыйнай дзейнасці прадпрыемства.

Паліграфічны тэхналагічны цыкл уключае комплексы разнастайных аперацый, аб'яднаных у дадрукарскія, друкарскія і паслядрукарскія працэсы. Аднак якасць паліграфічнага ўзнаўлення фарміруецца ў дадрукарскай падрыхтоўцы і друкарскім працэсе.

Паліграфічнае рэпрадукаванне ўскладняецца шэрагам фактараў, якія абумоўленыя аптычнымі і рэпрадукцыйна-тэхнічнымі ўласцівасцямі друкарскіх фарбаў і паперы, спосабам фарміравання шматкаляровых відарысаў, узаемапраціканнем фарбавых пластоў і г. д. Значную складанасць уяўляе таксама растравы характар відарысаў у плоскім афсетным друку.

Хаця ў былым СССР якасці надавалася значная ўвага, аднак у эканоміках адміністрацыйна-каманднага тыпу якасць прадукцыі і паслуг разглядаецца выключна з пазіцыі вытворцы. У рынкавай эканоміцы ж якасць ацэньваецца найперш спажывцом, што абумоўлена наяўнасцю канкурэнтнага асяроддзя, у якім толькі якасць можа прыцягнуць спажывца.

Міжнародныя стандарты сістэмы менеджмента якасці ISO серыі 9000 арыентаваныя як раз на спажывца. Цяпер на паліграфічных прадпрыемствах краіны ідзе праца па сертыфікацыі сістэм кіравання якасцю на адпаведнасць стандартам ISO серыі 9000, якія ўсталяюць адзіны падыход да ацэнкі сістэм якасці і рэгламентуюць дачыненні паміж друкарнямі і заказчыкамі паліграфічных паслуг. Яны паспяхова ўкаранены на РУП «Мінская фабрыка каляровага друку», ААТ «Паліграфкамбінат ім. Я. Коласа» і ААТ «Чырвоная Зорка», якія сертыфікавалі свае сістэмы якасці ў адпаведнасці з СТБ ІСА 9001 і ў цяперашні час выпускаюць больш за 60% прадукцыі ад агульнага аб'ёму прадукцыі Міністэрства інфармацыі Рэспублікі Беларусь, што адпавядае патрабаванням міжнародных стандартаў. Гэта стварае эканамічныя і арганізацыйныя ўмовы для прасоўвання друкаванай прадукцыі прадпрыемстваў галіны на ўсясветныя рынкі.

Трэба адзначыць таксама, што стандарты ISO 9001 усталяюць здольнасць прадпры-

емстваў забяспечыць выпуск якаснай прадукцыі, але не ўтрымліваюць саміх патрабаванняў да яе якасці.

Патрабаванні да якасці рэгламентуюцца міжнароднымі, нацыянальнымі і галіновымі стандартамі, тэхнічнымі ўмовамі, тэхналагічнымі інструкцыямі і г. д. Неабходнай умовай кіравання якасцю ўзнаўлення з'яўляецца дакладнае выкананне палажэнняў нарматыўных дакументаў, якія рэгламентуюць патрабаванні да якасці і метады кантролю рэпрадукавання тэкставых і выяўленчых арыгіналаў.

Стандартызацыя працэсу ўзнаўлення ў паліграфіі, як і ў любой галіне прамысловасці, забяспечвае прадказальныя вынікі і зніжэнне колькасці браку, а ў выпадку яго ўзнікнення дазваляе апэратыўна знайсці яго прычыны і ліквідаваць іх.

У працэсе рэпрадукавання відарысы арыгіналаў шматкроць пераўтвараюцца з звычайна аналоговой (рэчыўнай) у лічбавую форму, мяняецца тып падкладкі і г. д., а таксама праходзяць шэраг такіх стадыяў і аперацый як сканаванне, колерападзел, растраванне, нарэшце, шматколеравы сінтэз з атрыманнем друкарскага адбітка. Для кожнай са стадыяў паліграфічнага ўзнаўлення ўжываюць нарматыўныя дакументы [1, 2, 3] і інш.

Стандарты афсетнага друку рэгламентуюць дэнсітаметрычныя нормы растравага друку, праверка якіх грунтуецца на формулах Мурэя — Дэвіса

$$D^V = -\lg[S^{\Phi\Phi} \times 10^{-D_{\Phi}} + (1 - S^{\Phi\Phi}) \times 10^{-D_{\Pi}}] \quad (1)$$

і Юла — Нільсена

$$D^V = -N \lg \left[S^{\Phi\Phi} \times 10^{-\frac{D_{\Phi}}{N}} + (1 - S^{\Phi\Phi}) \times 10^{-\frac{D_{\Pi}}{N}} \right] \quad (2)$$

дзе D^V — візуальная шчыльнасць участка растравага відарыса;

$S^{\Phi\Phi}$ — доля плошчы, занятай растравымі кропкамі на фотаформе;

D_{Φ} — аптычная шчыльнасць плашкі;

D_{Π} — аптычная шчыльнасць падкладкі;

N — каэфіцыент Юла — Нільсена.

Адрозненне формул (1) і (2) наглядна ілюструе рыс. 1.

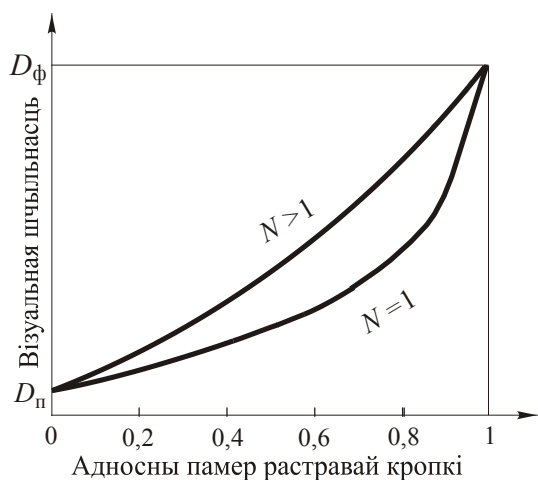


Рис. 1. Градаційныя крывыя Юла — Нільсена ($N > 1$) і Мур'єя — Дзвіса ($N = 1$)

З формул Мур'єя — Дзвіса і Юла — Нільсена відавочным чынам вызначаецца памер растравай кропкі на фотаформе:

$$S^{\Phi} = \frac{10^{-D^V} - 10^{-D_n}}{10^{-D_{\Phi}} - 10^{-D_n}} \times 100, \% ; \quad (3)$$

$$S^{\Phi\Phi}, \% = \frac{10^{-\frac{D^V}{N}} - 10^{-\frac{D_n}{N}}}{10^{-\frac{D_{\Phi}}{N}} - 10^{-\frac{D_n}{N}}} \times 100 \%. \quad (4)$$

Формула Мур'єя — Дзвіса справядлівая для фотаформаў, друкарскіх формаў і адбіткаў. Яна шырока выкарыстоўваюцца ў дэнсіметрычным кантролі якасці растравага ўзнаўлення. Для выкарыстання формул (2) і (4) трэба ведаць значэнне каэфіцыента Юла — Нільсена. У [4] разгледжаны лікавыя разлікі каэфіцыента Юла — Нільсена друкарскіх папераў на падставе стандарту ISO 12647-2 (1996 г.) і атрыманы аналітычныя залежнасці паміж значэннямі каэфіцыента Юла — Нільсена і расціскання растравай кропкі.

Пад якасцю друкарскага адбітку ў паліграфіі разумеюць сукупнасць так званых адзінкавых паказчыкаў, што ацэньваюць ступень прыдатнасці друкаванай прадукцыі для выкарыстання па прызначэнні [5]. Да іх належаць аптычная шчыльнасць, каляровы тон і насычанасць колеру, сумяшчэнне фарбаў на адбітку, расцісканне і інш. У залежнасці ад тыпу друкаванай прадукцыі можа мяняцца як набор адзінкавых паказчыкаў, так і патрабаванні да іх значэнняў.

Разнастайнасць умоў друкавання і мноства фактараў, якія ўплываюць на якасць адбіткаў прыводзяць да шырокага дыяпазону зменных адзінкавых паказчыкаў. Нягледзячы на спробы аўтаматызаваць аператыўны кантроль адбіткаў, яго выконваюць паводле шкалаў дэнсіметрычнымі сродкамі і візуальна.

У аўтатыпных відах друку найважнае значэнне сярод іншых адзінкавых паказчыкаў якасці мае расцісканне растравай кропкі. Расцісканне служыць неад'емным фактарам растравага друку. Празмернае расцісканне прыводзіць да скажэння градацыйнай і колеравай перадачы, парушэння колеравага балансу і зніжэння якасці адбіткаў. Таму неабходна трымаць яго пад кантролем. Чыннікамі павелічэння памераў растравых кропак служаць шэраг фактараў, якія абумоўліваюць механічнае і аптычнае расцісканне. У плоскім афсетным друку расцісканне стандартызуюць для 40%-ных і 80%-ных растравых палёў трыядных фарбаў і розных тыпаў папераў.

Дэнсітаметрычныя нормы друкавання і велічыні расціскання для трыядных фарбаў афсетнага друку рэгламентуюцца міжнародным стандартам ISO 12647-2 (1996 г.). Паводле яго значэнні расціскання не павінны перавышаць значэнняў з допускамі, прыведзенымі ў табліцы [4].

У былым СССР таксама існаваў аналагічны галіновы стандарт ОСТ 29.66-90, які рэгламентаваў дэнсітаметрычныя нормы друкавання для чатырох груп папераў і дапушчальныя адхіленні шчыльнасцяў плашак на сухім адбітку. Стандарт быў прывязаны да фарбаў таржокскага заводу.

Табліца

Стандартнае расцісканне (ISO 12647-2, 1996 г.)

Тып паперы	Назвы трыядных фарбаў	Расцісканне для 40%-ных палёў, %	Расцісканне для 80%-ных палёў, %
Крэйдавая	Каляровыя	12–20(16±4)	9–15(12±3)
	Чорная	15–23(19±4)	10–16(13±3)
Някрэйдавая	Каляровыя	18–26(22±4)	11–17(14±3)
	Чорная	21–29(25±4)	11–17(14±3)

Кіраванне якасцю ўзнаўлення на адбітку зводзіцца да кіравання расціскання. Практычныя магчымасці кіравання расцісканнем у друкарскім працэсе вельмі абмежаваныя і заключаюцца ў асноўным у рэгуляванні падачы фарбаў. У выніку, чакаючы рэакцыі фарбавага апарата друкуюць сотні адбіткаў. Адценні на адбітках мяняюцца самым нечаканым чынам, аднак вынік найчасцей не вытрымлівае параўнання з зацверджанай заказчыкам колерапрабай. У выніку атрымліваюць павелічэнне адыходаў паперы, незапланаваныя прастой машыны і павелічэнні тэрмінаў выканання заказу.

Кіраванне колькасцю фарбы на адбітку выковаецца ў дадрукарскім працэсе [6]. Тыповыя крывыя расціскання лёгка атрымаць паводле метаду найменшых квадратаў. Матэматычныя мадэлі крывых расціскання ў прыведзены на рис. 2.

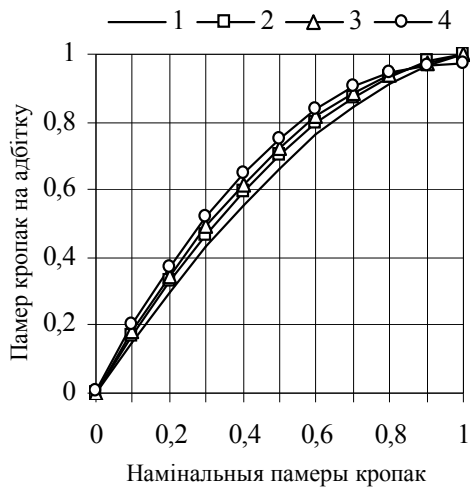


Рис. 2. Кривыя стандартнага расціскання: 1, 2 — каляровыя і чорная фарбы, крэйдавая папера; 3, 4 — каляровыя і чорная фарбы, някрэйдавая папера

Кривыя расціскання ўяўляюць сабой параболы другой ступені і маюць наступныя раўнанні [6]:

крэйдавая папера, каляровыя фарбы

$$f(x) = (-0,66x^2 + 1,68x - 0,01) \cdot 100\%; \quad (5)$$

крэйдавая папера, чорная фарба

$$f(x) = (-0,79x^2 + 1,80x) \cdot 100\%; \quad (6)$$

някрэйдавая папера, каляровыя фарбы

$$f(x) = (-0,92x^2 + 1,91x) \cdot 100\%; \quad (7)$$

някрэйдавая папера, чорная фарба

$$f(x) = (-1,05x^2 + 2,01x + 0,01) \cdot 100\%. \quad (8)$$

Рэдактар піксельнай графікі Adobe Photoshop дазваляе выкарыстаць кривыя расціскання непасрэдна ў вакне Dot Gain Curves працэсу колерападзелу (рис. 3) [7].

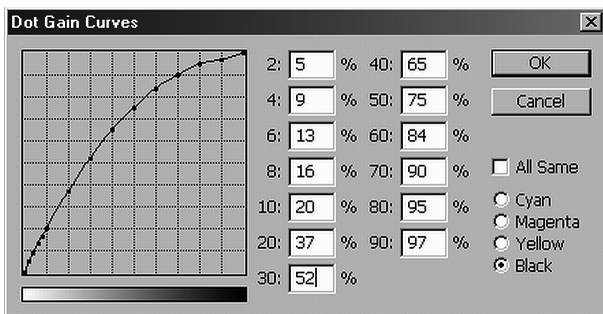


Рис. 3. Кривая расціскання чорнай фарбы на някрэйдавай паперы ў Adobe Photoshop

Рэгрэсійныя мадэлі крывых расціскання афсетнага друку (5)–(8) можна выкарыстаць для вызначэння велічыні расціскання ва ўсім дыяпазоне адносных памераў растравых кропак. Выкарыстанне рэгрэсійных мадэляў стандартнага расціскання дазваляе ўлічыць

яго ўплыў на якасць градацыйнага і колеравага ўзнаўлення ў дадрукарскіх працэсах поліграфічнай вытворчасці. Адначасова гэта можа служыць натуральным сродкам кіравання якасцю ўзнаўлення ў афсетным друку.

Літаратура

1. ОСТ 29.106-90. Оригиналы изобразительные для полиграфического воспроизведения. Общие технические условия. // Стандарты по издательскому делу. — Сост.: Джиго А. А., Калинин С. Ю. — М.: Юрист, 1998. — С. 205–220.

2. Технологические инструкции на процесс изготовления офсетных печатных форм. — М.: ВНИИ полиграфии Госкомпечати РФ, 1998. — 55 с.

3. Технология полиграфии. Управление технологическими процессами при изготовлении растровых цветоделенных изображений, пробных и тиражных оттисков. Часть 2. Процессы офсетной литографии. ISO 12647-2: 2004.— 38 с.

4. Раскин, А. Н. Технология печатных процессов / А. Н. Раскин, И. В. Ромейков, Н. Д. Бирюкова, Ю. А. Муратов, А. Н. Ефремова М.: «Книга», 1989. — 432 с.

5. Якаўлеў, М. К. Разлік каэфіцыента Юла — Нільсена друкарскіх папераў / М. К. Якаўлеў, Д. М. Качаноўскі // Труды БГТУ. Сер. Издат. дело и полиграфия. — 2003. — Вып. XI. — С. 125–130.

6. Якаўлеў, М. К. Лікавае мадэляванне расціскання афсетнага друку / М. К. Якаўлеў, Качаноўскі Д. М., Якаўлева А. М. // Труды БГТУ. Сер. Издат. дело и полиграфия. — 2004. — Вып. XII. — С. 47–50.

7. Якаўлеў, М. К. Павышэнне якасці ўзнаўлення ў лічбавых рэпрасістэмах / М. К. Якаўлеў, А. А. Шавялёў // Труды БГТУ. Сер. Издат. дело и полиграфия. — 2005. — Вып. XIII. — С. 55–58.

СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ОПТИЧЕСКОГО РАСТИСКИВАНИЯ РАСТРОВЫХ ТОЧЕК

In article the question of modelling of spread raster points process at the press is considered. Two components of the given process are designated: mechanical and optical. Some models of optical spread process are offered. Calculations on the offered models are carried out. Dependence optical spread from a kind of a printing paper and a raster lineature is investigated.

Процесс воспроизведения полутоновых изображений в полиграфии тесно связан с процессом растривания. Растривание — это преобразование тонового изображения в микроштриховое, где в качестве штрихов выступают точки небольшого размера. Стандартная форма точек круглая, но может быть в виде эллипса, ромба, линии.

Основная задача допечатных и печатных процессов — создать на бумаге растровую точку необходимого размера. Однако в виду того, что каждая стадия технологического процесса состоит из ряда операций, неизбежны искажения размера и формы точки. Как правило, искажение заключается в увеличении размера растровой точки — растискивании. На допечатной стадии есть возможность частично компенсировать последующее увеличение размера точки путем подключения калибровочных кривых при выводе фотоформ.

На стадии печатных процессов на растискивание влияет множество факторов: давление в зоне печатного контакта, вязкость краски, структура поверхности запечатываемого материала и др. Компенсация всех факторов не возможна, однако есть возможность управлять растискиванием. Для целей исследования и управления этим процессом можно создать модель растискивания растровых точек.

Известно, что увеличение размера точки на оттиске является результатом действия двух процессов [1]. Во-первых, собственно увеличения за счет растекания краски по поверхности бумаги и частичного впитывания вглубь бумажного листа, т. е. механическое растискивание. Структурная модель механического растискивания и результаты расчетов по ней приведены в [2]. Во-вторых, кажущееся увеличение точки, объясняемое оптическими эффектами, т. е. оптическое растискивание. Этот вид растискивания возникает из-за того, что часть падающего излучения, попавшего на незапечатанную поверхность бумаги, проходит внутрь листа и, отразившись от частиц бумаги, не может выйти обратно, т. к. поглощается краской растровой точки.

На начальном этапе моделирования процесса растискивания можно рассматривать обе составляющие по отдельности, на практике оптическое растискивание является оптической составляющей механического растискивания.

Увеличение размера растровой точки измеряется с помощью денситометра на отражение, который фиксирует общее увеличение, включающее обе составляющие. Размер растровой точки с учетом растискивания можно рассчитать по формуле Мюррея-Дэвиса [1], однако результаты расчетов плохо согласуются с реальными значениями, результаты расчетов по этой же формуле, но с введением эмпирического коэффициента Юла-Нильсена [1] более реалистичны. Однако в обоих случаях в расчете участвует оптическая плотность краски, не учитывается структура поверхности бумаги, глубина проникновения света в толщу листа, линиатура печати.

В данной работе рассмотрено оптическое растискивание без учета механического. В процессе моделирования были приняты следующие допущения: запечатываемый материал рассматривался как отражающая поверхность, обладающая зеркальными свойствами, имеющая определенную степень шероховатости, условия и параметры освещения соответствовали характеристикам промышленного спектроденситометра на отражение X-Rite 508, с помощью которого измеряется растискивание растровых точек. Глубина проникновения света в толщу листа принималась равной средней высоте микронеровностей поверхности, т. е. стандартному показателю шероховатости R_a [3]. Для выполнения расчетов использовались характеристики стандартного процесса офсетной листовой печати.

Для анализа были предложены четыре модели оптического растискивания рис. 1. В первой модели (рис. 1а) рассматривается ситуация, когда источник света находится на оси симметрии растровой точки. Тогда с учетом некоторой толщины красочного слоя, можно говорить о возникновении тени вокруг растровой точки, которая будет создавать эффект оптического растискивания.

На рис. 1а введены следующие обозначения: α — угол падения излучения, при котором образуется тень; H — расстояние до источника излучения в денситометре; h_t — толщина красочного слоя; r_t — радиус растровой точки; x_t — увеличение радиуса растровой точки. Для расчета толщины слоя краски на растровых точках оттиска использовалась следующая формула [4]:

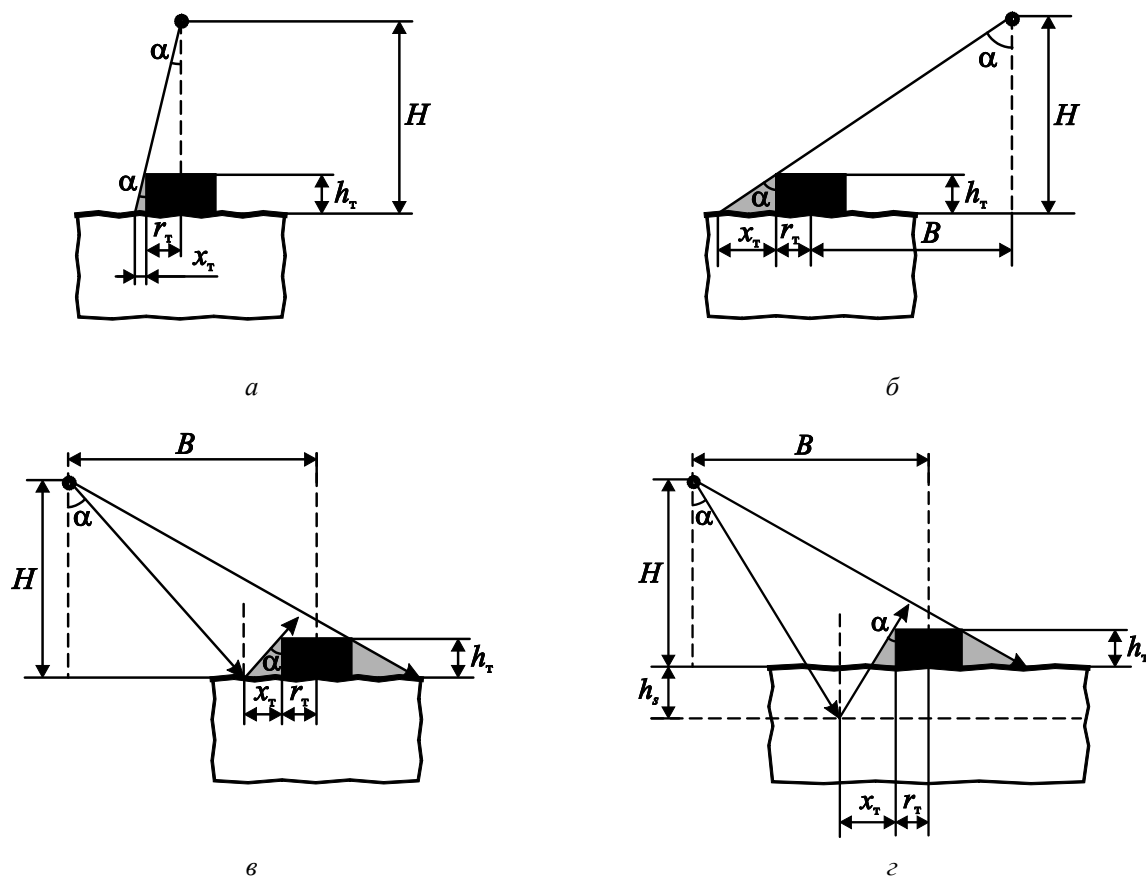


Рис. 1. Модели оптического растискивания

$$h_T = h_{пл} \left(1 - \frac{L}{10^4} \sqrt{\frac{S_{min}}{S_0}} \right), \quad (1)$$

где $h_{пл}$ — толщина сплошного красочного слоя (на плашке) оттиска, мкм; L — линиатура раstra, см⁻¹; S_{min} — площадь наименьших растровых точек, которые воспринимают печатную краску, мкм²; S_0 — относительная площадь растровой точки.

В первой рассмотренной модели предполагается, что источник освещения находится строго на оси симметрии растровой точки рис. 1а. Тогда при определенном угле падения излучения α вокруг точки будет возникать тень, обусловленная некоторой толщиной слоя печатной краски. Ширина тени может быть определена по формуле:

$$x_T = \frac{h_T \cdot r}{H - h_T}. \quad (2)$$

Однако в силу того, что толщина слоя краски незначительна, полученное увеличение размера растровой точки также невелико, по результатам расчетов равно тысячным долям, что слишком мало по сравнению с действительными значениями растискивания и предполагаемым значением оптической составляющей.

Во втором варианте модели принято, что источник излучения расположен на некотором расстоянии от оси симметрии растровой точки рис. 1б. В этом случае тень, отбрасываемая красочным слоем, будет больше и может быть рассчитана по следующей формуле с учетом обозначений:

$$x_T = \frac{h_T(r + B)}{H - h_T}. \quad (3)$$

Результаты расчетов по этой модели дают значения в диапазоне сотых долей, что не соответствует в полной мере значениям растискивания растровой точки на практике.

Третья модель помимо учета тени возникающей за растровой точкой учитывает то факт, что часть излучения, отразившись от поверхности бумаги со стороны падения излучения, не попадет в глаза наблюдателя или регистрирующее устройство, т. к. будет поглощено красочным слоем. Увеличение размера растровой точки за счет частичного отражения излучения рассчитывается по формуле:

$$x_T = \frac{h_T(B - r)}{H + h_T}. \quad (4)$$

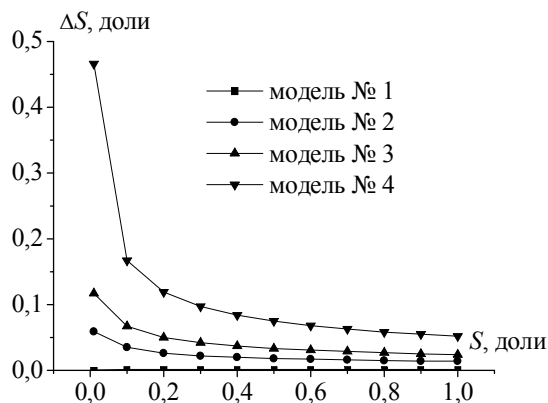


Рис. 2. Зависимость оптического растискивания от размера растровой точки

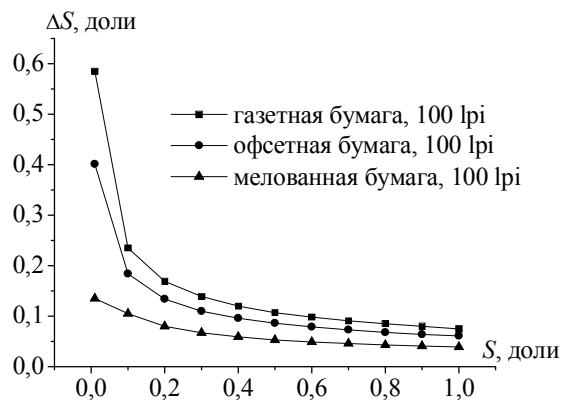


Рис. 3. Зависимость оптического растискивания от вида используемой бумаги

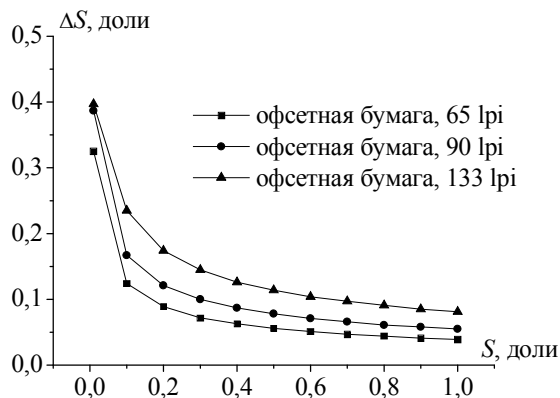


Рис. 4. Зависимость оптического растискивания от значения используемой линиатуры

Расчеты по данной модели дают значение растискивания большее, чем в предыдущем случае, однако несколько уменьшенное по сравнению с реальными значениями.

В четвертой модели учтен тот факт, что падающее излучение отражается не от поверхности бумаги, а проходит внутрь бумаги на некоторую толщину и, отразившись от составляющих компонентов бумаги, однако не выходит на поверхность, т. к. поглощается красочным слоем рис. 1в. В этом случае увеличение размера растровой точки со стороны падения излучения определяется по формуле:

$$x_T = \frac{(h_T + h_S)(B - r)}{H + h_T + 2h_S}. \quad (5)$$

Полученные по данной модели значения находятся в диапазоне десятков, что приемлемо для оптической составляющей растискивания. Общая величина растискивания, как показывает практика, равна 15–20 %.

На рис. 2 отражены результаты расчетов по всем четырем моделям. Как указывалось ранее, результаты расчетов по четвертой модели наиболее приближены к практическим значениям. Кроме того, из практики известно, что растровые точки меньшего размера дают наибольшее значение растискивания, по этому признаку четвертая модель также дает более приемлемые результаты.

С помощью четвертой модели были проведены исследования зависимости оптического растискивания от различных параметров.

На рис. 3 представлена зависимость оптического растискивания от вида используемой печатной бумаги. Для расчетов использованы характеристики бумаги трех различных групп: мелованной, офсетной и газетной. Анализируя полученные данные можно сказать, что наименьшее увеличение размера растровой точки наблюдается на мелованной бумаге, а наибольшее на газетной бумаге. На практике газетная бумага действительно дает значитель-

ную величину растискивания, это связано с большей впитывающей способностью газетной бумаги и более развитой поверхностной структурой. На мелованной бумаге легче контролировать и управлять процессом растискивания, т. к. меловальное покрытие мелованной бумаги практически не впитывает краску, а для поверхности бумаги характерна «неразвитая» гладкая структура.

Зависимость оптического растискивания от линиатуры, представленная на рис. 4, иллюстрирует возрастание растискивания с увеличением значения линиатуры. Как и в предыдущем случае, растровые точки малого размера дают большее увеличение размера точки в процессе офсетной печати.

По результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы. Из четырех предложенных моделей оптического растискивания, наиболее адекватной реальным процессам является четвертая модель. Данная модель учитывает образование растискивания за счет определенной толщины красочного слоя и частичного поглощения излучения краской в случае прохождения части светового потока внутрь бумажного листа и отражения от частиц бумаги.

Исследования с помощью модели зависимости оптического растискивания от различных параметров (типа бумаги, линиатуры) дают результаты, соответствующие наблюдаемым на практике. Для более точной проверки адекватности предложенной модели, необходимо построить общую модель растискивания, учитывающую механическую и оптическую составляющую процесса растискивания.

Литература

1. Кузнецов, Ю. В. Технология обработки изобразительной информации / Ю. В. Кузнецов. – СПб: Петербургский ин-т печати, 2002. – 312 с.
2. Кулак, М. И. Закономерности влияния давления печатного контакта на изменение размера растровых точек / М. И. Кулак, Д. М. Медяк, О. П. Старченко // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2007. – № 1. – С. 61–67.
3. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 10 с.
4. Раскин, А. Н. Технология печатных процессов / А. Н. Раскин, И. В. Ромейков, Н. Д. Бирюкова. – М.: Книга, 1989. – 432 с.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИНИЛОВОГО МАТЕРИАЛА В КАЧЕСТВЕ ФОРЗАЦА И НАХЗАЦА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КНИЖНОГО ИЗДАНИЯ

The article is devoted to an estimation of an opportunity of using of a vinylic material for flyleafs manufacturing. On the basis of the analysis of available experience of manufacturing of paper flyleafs we formulated the recommendations for application of this material in manufacturing hardcovers.

Введение. За последние годы существенно вырос спрос на высокохудожественную и высококачественную книжную продукцию. Решение проблемы качества как интегрального единства свойств, приобретенных авторским производением в процессе его редакционно-издательской обработки, художественно-технического оформления и полиграфического исполнения имеет два аспекта. Первый заключается в адекватной перестройке организационного и технико-технологического уровня производственного процесса. А второй — в оперативном освоении и внедрении в производство новых подходов к изготовлению основных элементов конструкции книжных изданий.

В аналитической части данной работы рассматривается важный специфический элемент конструкции книжных изданий в твердом переплете — форзац и оценивается возможность использования винилового материала для его изготовления на основании анализа имеющегося опыта изготовления бумажных форзацев. Экспериментальное исследование связано с определением деформационно-прочностных свойств материалов, рассматриваемых в качестве форзацных.

Основная часть. В обычных изданиях форзацы — это сфальцованные в один сгиб листы чистой или запечатанной прочной бумаги. В процессе изготовления сложных тетрадей (иногда — блоков) они присоединяются к первой и последней тетрадям блока, а при вставке блоков в крышку вместе с корешковым материалом соединяют крышку с блоком, обеспечивая их прочную связь. Без форзацев не осуществима современная механизированная технология вставки блоков в переплетные крышки. В процессе изготовления и обработки книжных блоков они предохраняют титульный лист от загрязнений и повреждений. Последняя страница нахзаца, кроме того, служит надежной меткой для автоматического контроля числа тетрадей в блоке при шитье блоков на ниткошвейных автоматах. От прочности самих форзацев и соединения их с блоком в значительной мере зависит прочность и долговечность книг, так как разрушение их обычно начинается с отрыва крышки от блока либо по фальцу форзацев, либо по фальцам крайних листов блока [1].

Форзацы играют определенную роль как элементы художественного оформления книжных изданий, кроме того, при вставке блоков в крышки они закрывают внутреннюю сторону сторонки переплетной крышки, улучшая эстетическое восприятие первого и последнего разворотов издания.

Сегодня для изготовления форзацев и нахзацев используются самые разные полиграфические материалы: бумага форзацная, офсетная № 1, обложечная, а также различные материалы на бумажной основе с ПВХ покрытием, или другие виды прочной на излом и клееной бумаги. Наиболее распространены одноцветные форзацы и нахзацы, которые изготавливают из белой или цветной бумаги разной степени гладкости, а также фактурной (т. е. имеющей отделку) поверхности.

Основное назначение форзацев — обеспечить требуемую долговечность издания, в частности, достаточную прочность связи переплетной крышки с книжным блоком, способную противостоять всевозможным динамическим нагрузкам при пользовании книгой. Величина динамических нагрузок объективно зависит только от массы книжного блока и косвенно — от его формата и толщины.

Выбор форзацной бумаги с той или иной массой 1 м^2 определяется объемом книжного издания и видом форзаца (табл. 1) [2].

Простые по конструкции форзацы требуют минимальных затрат материалов и труда, но их малая прочность на многократный изгиб и растяжение не обеспечивает необходимую сохранность книги в течение длительного срока службы при интенсивном пользовании. Упрочняющие элементы конструкции форзацев позволяют повысить прочность самого форзаца и прочность связи переплетной крышки с блоком, но требуют применения ручного труда при изготовлении сложных тетрадей, что допустимо лишь при малых тиражах [1].

Правильный выбор материала с учетом его свойств позволяет получить необходимое качество книжной продукции. Таким образом, при изготовлении объемных блоков с простым приклеиваемым форзацем необходимо использовать форзацную бумагу повышенной массы 1 м^2 . Применение

Зависимость массы 1 м² форзацной бумаги от объема блока и вида форзаца

Вид форзаца	Масса 1 м ² бумаги при различных объемах блоков (в 16-страничных тетрадах)				
	до 10	10–15	15–20	20–40	свыше 40
Простой приклеиваемой	80	100	120	—	—
Приклеиваемой с окантовкой	100	—	—	140	160

в качестве форзацного материала для книжных изданий с объемом блока свыше 240 страниц переплетных материалов на бумажной основе с ПВХ покрытием типа «Бумвинил» с массой 200–230 г/м² обеспечивает данные требования. Увеличение толщины материала в 1,3–1,6 раза дает примерно такое же повышение показателя долговечности книжных изданий [3].

Определяющие факторы, которые также оказывают влияние на прочность склейки и долговечность форзацев и позволяют выделить основные преимущества использования исследуемого материала, представлены ниже.

Тип форзацев. В настоящее время широкое распространение получил лишь один тип — простой приклеиваемой. При внешней простоте конструкции он имеет автоматизированное присоединение к тетрадам или блокам, но обеспечивает наименьшую долговечность (стойкость к многократному раскрытию) при использовании в качестве форзаца офсетной бумаги № 1, массой 120 г/м².

Применяя в качестве форзацев материалы на бумажной основе с ПВХ покрытием, не усложняя конструкции форзаца, можно добиться повышения долговечности издания за счет увеличения показателя массы 1 м².

Проклейка материала. Проклейка бумаг, применяемых для форзацев, должна быть не менее 0,5 мм (номинальная проклейка — у форзацной бумаги марки А — 0,75±0,25 мм; у марки О она равна 1,0±0,25 мм, у офсетной № 1 — 1,5±0,25 мм). Высокая проклейка необходима:

1) для исключения местных деформаций бумаги при нанесении на форзац и нахзац узкой полоски клея при приклейке их к тетрадам блока;

2) для предотвращения скручивания сторон форзацев после промазки их влагосодержащим клеем при вставке блоков в переплетные крышки;

3) чтобы исключить возможность пробивания наносимого на форзацы клея.

Прочность форзацной бумаги. Наибольшее значение для долговечности книг имеет стойкость бумаги к многократному изгибу и прочность при растяжении в поперечном направлении. Первый показатель нормируется ГОСТ 6742—79, по которому прочность на излом, характеризующаяся количеством двойных перегибов, вызывающих разрыв, должна быть не менее 15 двойных пере-

гибов для форзацной бумаги. Второго пока не нормируется стандартом, но имеет существенное значение при оценке прочности, поэтому нуждается в уточнении [1].

Материалы на бумажной основе с ПВХ покрытием типа «Бумвинил» выдерживают от 800 до 2000 двойных перегибов. Что уже является значительным преимуществом по сравнению с офсетной и форзацной бумагой, для которых этот же показатель не превышает 40 [4].

Прочность при растяжении, а именно значение разрывной длины, определялась опытным путем с помощью горизонтальной разрывной машины SE 062 фирмы Lorentzen and Wettre. Разрывная длина бумажного материала — расчетная длина в метрах, при которой полоска бумаги, закрепленная с двух сторон, разрывается под действием определенной силы. Косвенно характеризует сопротивление бумаги разрыву при растяжении.

В качестве испытуемых образцов были использованы следующие материалы:

1) офсетная бумага (ГОСТ 9094–83) № 1, марки А, 120 г/м², проклейка — 0,75–1,25, машинной гладкости 30–80 с., с содержанием до 75% древесной массы, белая, клееная, с хорошей стойкостью поверхности к выщипыванию, низкой деформацией при увлажнении, машинной гладкости [4];

2) материал переплетный на основе ПВХ «Бумвинил» марки Б, Российского производства ГУ 2249-156–00300209—2001, представляющий собой бумажную основу, на одну сторону которой нанесено поливинилхлоридное покрытие, имеющий высокую прочность на истирание и изгиб (2000 двойных перегибов), масса м² — 220±10 г;

3) «Бумвинил» финского производства. Материал, состоящий из высококачественной целлюлозной основы (специальной сульфатной бумаги), на которую нанесен расплавленный поливинилхлоридный пластикат. Данный материал отличается высокой прочностью на изгиб и истирание (около 2000 двойных перегибов), масса м² — 200±10 г.

Офсетная бумага, «Бумвинил» импортного и российского производства разрезался на полосы длиной $L = 100$ мм, шириной $h = 15$ мм. В результате проведенных испытаний на разрыв получены следующие результаты, представленные в табл. 2.

Деформационно-прочностные характеристики исследуемых образцов

Вид образца	Показатели					
	масса, г/м ²	толщина, мкм	вес образца, г	разрывное усилие, Н	разрывная длина, км	модуль Юнга, ГПа
Офсетная № 1	120	145	0,18	51,6	2,92	2,592
«Бумвинил» марки Б, российский производства	228	210	0,34	81,5	2,43	1,975
«Бумвинил», финского производства	206	205	0,31	46,0	1,52	1,282

Значение разрывной длины рассчитывалось по формуле:

$$R = \frac{F_B \times L_0}{9,81 \times m} \times 10^{-3}, \quad (1)$$

где R — разрывная длина, км; F_B — разрывное усилие, Н; L_0 — длина образца для испытаний, мм; m — вес образца для испытаний между зажимами, г.

Как видно из анализа результатов испытаний (табл. 2), для любого сорта «Бумвинила» характерен тот факт, что его предел прочности ниже этого же показателя офсетной бумаги № 1. Разрывная длина «Бумвинила» российского и финского производства меньше разрывной длины офсетной бумаги № 1 на 17% и 48% соответственно, однако стоит учесть, что стойкость к двойным перегибам материалов с ПВХ-покрытием выше более чем в 1000 раз.

При изготовлении и эксплуатации книг наибольшим повреждением подвергаются форзацы под совместным действием механических нагрузок (изгиб, разрыв, излом и пр.) и влаги в момент приклейки форзацев и вставки блоков в переплетные крышки. В таких условиях защитный эффект ПВХ-покрытий возрастает благодаря гидрофобности полимера. Виниловые материалы имеют малую степень деформации при контакте с клеями.

Заключение. Анализ механических свойств различных полиграфических материалов, предлагаемых в работе использовать в качестве форзацных, а также факторов, влияющих на прочность и долговечность книжных конструкций, показал, что:

1) форзац и нахзац, изготовленные из офсетной бумаги, целесообразно применять для блоков объемом не более 300–400 с. При большем объеме этот форзац не обеспечивает достаточной прочности скрепления блока с переплетной крышкой;

2) количество двойных перегибов форзацев и нахзацев из офсетной бумаги значительно уступает материалам с ПВХ-покрытием;

3) при использовании виниловых форзацев нет риска пробивания клея снаружи материала при соединении блока с переплетной крышкой.

Кроме того: «Бумвинил» имеет привлекательный вид, который не значительно изменяется со временем; обладает достаточной светостойкостью и прочностью на разрыв и изгиб; легко очищается от загрязнений; приятный в обращении; при нанесении клея не сильно скручивается.

В ассортимент российского «Бумвинила» входят различные материалы всевозможных цветовых оттенков (более 300 цветов), видов тиснения и печатного рисунка. У книгоиздателей именно российские «Бумвинилы» составляют основу производственного процесса, несмотря на то, что они уступают зарубежным аналогам по качеству. Основным преимуществом данного материала является его относительно низкая стоимость, что позволяет потребителям значительно снизить себестоимость выпускаемой продукции. А в сфере книгоиздания, как известно, экономический фактор играет главную роль.

Таким образом, результаты анализа проведенного исследования свидетельствуют об эффективности и целесообразности использования материалов с ПВХ-покрытиями в качестве форзацев и нахзацев для книжных изданий в твердом переплете, не требуя изменений существующей технологической схемы.

Литература

1. Воробьев, Д. В. Технология брошюрово-переплетных процессов / Д. В. Воробьев, А. И. Дубасов, Ю. М. Лебедев; под ред. Д. В. Воробьева. — М.: Книга, 1989. — 392 с.
2. Трубникова, Г. Г. Технология брошюрово-переплетных процессов / Г. Г. Трубникова. М.: Книга, 1987. — 496 с.
3. Воробьев, Д. В. Технология послепечатных процессов / Д. В. Воробьев. — М.: МГУП, 2000. — 394 с.
4. Шахкельдян, Б. Н. Полиграфические материалы / Б. Н. Шахкельдян., Л. А. Загаринская — М.: Книга, 1988. — 328 с.

Медведев С. В., аспирант; Барташевич С. А., доцент; Ковальчук Т. А., ассистент

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ФЛЕКСОГРАФСКИХ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ ФОРМ

The problems, concerning photopolymeric forms composition and the processes which are taking place during polymerization of photopolymeric composition of photopolymeric forms and possible methods and ways of upgrading quality of the flexographic photopolymeric forms are observed in the paper. On the basis of IR-spectra data of samples plates for making the photopolymeric forms it is determined that the base of photopolymeric composition of photopolymeric forms is synthetic caoutchouc, as a result of review of methods and ways of upgrading quality of the flexographic photopolymeric forms the most perspective method has been defined. It is ultrasonic affecting.

Введение. Флексография – один из самых популярных в мире видов печати. Его широкое применение объясняется прежде всего тем, что он практически не имеет ограничений по типу запечатываемого материала.

Данное преимущество во многом обусловлено использованием эластичных фотополимерных материалов в качестве основы для изготовления печатных форм.

Необходимо отметить, что производство фотополимерных форм (ФПФ) довольно сложный технологический процесс, проходящий в несколько этапов. Кроме того, формы, готовые к применению, изготавливают в большинстве случаев из предварительно подготовленных «полуфабрикатов» — фотополимерных пластин.

Большинство фотополимеризующихся пластин для флексографской печати состоит из следующих частей:

- защитной пленки, которая служит для предохранения фотополимеризующегося слоя от светового излучения и внешних воздействий (эта пленка удаляется перед основным экспонированием);

- фотополимеризующегося полимерного (рельефного) слоя, формирующего возвышенные печатающие и углубленные пробельные элементы;

- подложки — основы для рельефа (печатающих элементов) из различных материалов (например из полиэфира).

Кроме перечисленных слоев, пластину снабжают покровным слоем, устраняющим прилипание негатива к фотополимеризующемуся слою при экспонировании, адгезионным и противоореальным слоями.

Фотополимерные формы изготавливаются по двум способам (аналоговый и цифровой). По своему составу и структуре пластины для цифрового способа изготовления ФПФ практически аналогичны пластинам для изготовления форм аналоговым способом [1]. Единственным отличием является черная маска, наносимая поверх фотополимерного слоя в цифровой пластине (масочный слой).

В связи с тем, что производство самой фотополимерной композиции, довольно наукоем-

кий процесс, в мире существует небольшое количество компаний, которые занимаются этим производством.

Стоит выделить 5 крупнейших из них: DuPont Cyrel (США); японская корпорация Ohka; немецкий концерн BASF; компания MacDermid Graphic Arts; фирма Pasanen (Финляндия). Компании предлагают пластины с толщиной от 0,67 до 6,35 мм и твердостью по Шору (шкала А) от 32 до 75 [1].

При всем разнообразии торговых марок флексографских пластин, выпускаемых различными компаниями, стоит отметить, что все они обладают сходными свойствами и их обработка осуществляется по аналогичным технологиям.

Основная цель проведенного исследования состояла в поиске методов и способов повышения качества (гомогенизации структуры) фотополимерных печатных форм флексографской печати. Возможные методы и способы были получены в результате литературного обзора методов модификации полимерных материалов.

Актуальность исследования подтверждается бурным ростом флексопечатного производства в последние годы. Кроме того, во всем мире наблюдается тенденция достижения новых и стабилизации присущих полимерам свойств с помощью различных способов обработки готовых полимерных изделий.

Основная часть. Значительной проблемой является нестабильность качества ФПФ. Это обусловлено различными факторами, главным из которых является большое количество этапов в техническом процессе изготовления готовой к эксплуатации ФПФ.

Анализ брака показывает, что ФПФ снимаются с тиражей по следующим причинам: растискивание печатных элементов; «залом» формы вследствие ошибки печатника; выламывание частиц полимера на печатных элементах.

Предполагается, что это происходит из-за неравномерной и (или) неполной полимеризации фотополимеризуемой композиции (ФПК) ФПФ.

Возможность применения различных способов модификации свойств полимерных мате-

риалов ограничена специфическими требованиями к этим свойствам. Значение каждого из показателей этих свойств должно находиться в строго определенных пределах. Ниже приведены основные требования к печатно-техническим свойствам ФПФ:

1. Тиражестойкость (стойкость к истиранию в процессе эксплуатации);
2. Адгезионная способность – способность формы воспринимать и передавать краску;
3. Деформационные свойства, которые обусловлены упругостью (твердость) ФПФ;
4. Эластичность.

Возможные пути модификации и стабилизации свойств полимерных материалов и изделий из них можно условно подразделить на механические, физические и химические, хотя чаще всего модификация и стабилизация полимера – это результат сложного механо-физико-химического процесса [2–4]. Как показывает анализ информационных источников [2–4], использование всех этих методов позволяет в значительной мере изменять физико-химические и эксплуатационные свойства готовых полимерных изделий.

Благоприятное изменение эксплуатационных свойств полимерных изделий достигается с помощью создания в твердом теле ударной волны путем взрыва, при вибрационной обработке [3].

Целенаправленно изменить свойства полимеров для повышения прочности, жесткости, теплостойкости, износостойкости позволяет применение различных видов излучений [5].

Термообработка оказывает существенное влияние на молекулярную подвижность, структурную упорядоченность, на различные физические и химические свойства кристаллических и аморфных полимеров. В литературе [6] отмечается, что под действием термообработки изменяется молекулярная и надмолекулярная структура и, как следствие, уменьшаются истираемость, коэффициент трения; повышается долговечность пленок, работающих в жидких средах [7]; уменьшается способность к трещинообразованию [8]; наблюдается упрочнение [9]; изменяются деформационные свойства и теплостойкость полимеров [10].

Изменения свойств полимерных изделий можно добиться и кратковременной обработкой их растворителями при повышенной температуре (КОР). Такая операция приводит к повышению ударной вязкости, микротвердости, разрушающего напряжения при растяжении. В литературе [11] это явление объясняется дополнительной термополимеризацией и увеличением сшивания полимера в поверхностном слое, а также залечиванием микротрещин. Эффект КОР значительно усиливается при введении в состав растворителей стабилизаторов.

Для обработки волокон и пленок успешно применяется термодиффузионная стабилизация [12,13]. Сообщается, что введение стабилизаторов и модифицирующих добавок в поверхностный слой возможно из различных сред, таких как вода, спирты, масла, а также из газовой фазы [14].

Ультразвуковая обработка увеличивает модуль упругости наружных и внутренних слоев полимерных материалов по сравнению с исходными, позволяет снизить напряжения в полимерных покрытиях, повышает степень кристалличности образцов и их стойкость к воздействию климатических факторов, изменяют адгезионную способность, влияет на вязкость олигомерных полимеров [3], но основное действие ультразвука на полимеры, и в частности каучуки – деструкция [15–18].

Следует учесть, что различные полимеры могут по-разному реагировать на одинаковые воздействия. Это существенно усложняет выбор наиболее перспективного метода.

Для предварительной оценки результатов воздействия на фотополимерные формы необходимо знать их химический состав или хотя бы класс веществ, к которому относится основной компонент фотополимерных форм.

Известно, что фотополимеризуемый слой ФПФ представляет собой композицию химических веществ. Основные компоненты ФПК также известны. ФПК содержит в себе эластомерное связующее (полимер или олигомер), ненасыщенный мономер, фотоинициаторы и различные добавки (пластификаторы, воски, красители и т. д.).

Точный химический состав композиции, из которой изготавливают ФПФ, является тайной производителей. Однако в литературе встречаются сведения относительно того, к каким классам веществ относятся компоненты ФПФ. Так, в статьях [19,20] сообщается о том, что в качестве эластомерного связующего чаще всего используются синтетические каучуки, по свойствам близкие к натуральному. Также встречаются сведения [21] об использовании в качестве олигомеров олигоэфиров и олигоуретанакрилатов, а также различных ненасыщенных полиэфиров.

В качестве фотоинициаторов используются в основном органические производные бензофенона, антрахинона, тиоксантона, асцилфосфиноксиды, пероксипроизводные [21].

Так как различные источники сообщают о различной природе олигомера, было решено провести спектральный анализ образцов пластин для изготовления ФПФ (ИК-спектроскопия).

В качестве объектов исследования были выбраны следующие пластины: DuPont Cyrel HIQ (для аналогового способа) и DuPont Cyrel DPU (для цифрового).

Сравнение ИК-спектров показало, что фотополимеризуемый слой обеих пластин практически идентичен, что подтверждает их одинаковый химический состав. Сравнение записанных ИК-спектров с ИК-спектром олигоуретанокрилата [22] показало, что в составе образцов, взятых для исследований, эластомерным связующим является не олигоуретанокрилат.

Спектры образцов (таблица) содержат полосы, отвечающие валентным (st), деформационным (δ) и скелетным (γ) колебаниям как насыщенных углеводородных фрагментов, так и кратных связей (данные полосы имеют среднюю и слабую интенсивность, что указывает на достаточно низкую степень ненасыщенности образцов). Анализ ИК-спектров позволяет сделать вывод о наличии в составе полимерных образцов следующих групп и фрагментов: CH_2 , $\text{CH}_2\text{-CH}_2$, CH_3 , цис- и транс-дизамещенные и тризамещенные связи $\text{C}=\text{C}$ [23]. Таким образом, можно сделать заключение, что исследуемые полимерные образцы относятся к синтетическим каучукам.

Данные полимерные материалы содержат в качестве пластификаторов фталаты, которые проявляются в ИК-спектрах в виде полосы при 1725 см^{-1} [23].

Процесс полимеризации ФПК происходит следующим образом: при воздействии на пластину УФ-излучения молекулы инициатора расщепляются на радикалы. Эти радикалы присоединяются к молекуле мономера с образованием новых радикалов и т.д. В результате происходит удлинение цепи за счет реакции между молекулами мономера, а также происходит пространственная

Таблица
Данные ИК-спектров образцов пластин для изготовления ФПФ

Полоса поглощения, ν , см^{-1}	Отнесение
3026 сл.	=C-H st
2960 с.	-C-H st
2918 с.	-C-H st
2852 с.	-C-H st
2726 о.сл.	-C-H st
1638 ср.	C=C st
1449 с.	$\text{CH}_2 \delta$, $\text{CH}_3 \delta$ as
1375 с.	$\text{CH}_3 \delta$ sy
1186 с.	$\text{CH}_3 \gamma$
984 ср.	=C-H δ оор
936 сл.	=C-H δ оор
888 ср.	=C-H δ оор
836 ср.	=C-H δ оор
812 ср.	=C-H δ оор
760 ср.	$\text{CH}_2 \gamma$
699 с.	=C-H δ оор

«сшивка» частично ненасыщенных молекул полимера или олигомера. Таким образом, в местах облучения в результате полимеризации происходит такое изменение первоначальных физических свойств материала, что связующий агент становится уже нерастворимым в определенных растворителях. При этом пластина сохраняет свою упругость и гибкость.

Вернемся к приведенным выше методам модификации полимерных материалов и рассмотрим их на возможность применения для повышения стабильности печатно-технических свойств ФПФ.

Методы модификации полимерных изделий, связанные с использованием излучений (γ -излучение, облучение рентгеновскими и лазерными лучами); термического (газопламенная и низкотемпературная обработки) и вакуумно-компрессионного воздействия (взрывное нагружение, обработка вакуумом) требуют применения энергоемкого, сложного и дорогостоящего оборудования, специальной подготовки обслуживающего персонала, значительных производственных площадей, особых мер по охране здоровья человека и окружающей среды, что исключает или ограничивает применение таких способов в технологии изготовления ФПФ.

Использование таких методов, как деформирование, периодическое деформирование (вибрационная обработка), воздействие электромагнитным полем (электроэрозионный, электроконтактный, электрохимический, импульсный методы), ограничено низкой технологичностью и малой эффективностью, а также отрицательным влиянием на отдельные свойства объекта. Так, например, обкатка роликом и взрывное нагружение могут изменить геометрические размеры печатающих элементов; электроэрозионный, электроконтактный, электрохимический способы требуют наличия электропроводности ФПФ и изменения состава ФПМ.

Применение термообработки при производстве ФПФ не дает желаемого результата. К тому же термообработка имеет недостаток – она существенно влияет на время изготовления ФПФ.

Применение диффузионной обработки, представляется весьма затруднительным и малоперспективным, ввиду необходимости подбора стабилизаторов и модифицирующих добавок, отвечающих жестким и весьма специфическим требованиям.

Проведенный анализ литературы также показал зависимость ультразвукового метода не только от параметров ультразвуковых колебаний, но и от химического состава объекта воздействия.

Заключение. В ФПФ в отдельных звеньях линейных молекул после полимеризации мо-

гут находиться легко отщепляемые атомы или группы. Так как основой ФПК является каучук, то их отщепление может быть вызвано действием ультразвука. Дальнейший процесс представляется следующим образом: по месту отщепления таких атомов или групп останутся свободные валентности и макромолекула превратится в макрорадикал, имеющий в различных точках цепи незамещенные валентные связи. Каждая новая полимерная цепь сможет присоединиться в виде боковой ветви к основной цепи макромолекулы, что значительно увеличит ее молекулярный вес и придаст ей разветвленную структуру. Таким образом, можно добиться дополнительной сшивки звеньев ФПК.

Исходя из вышеизложенного, наиболее целесообразным способом, позволяющим целенаправленно влиять на печатно-технические свойства ФПФ, по мнению авторов, является метод модификации структуры ФПК посредством приложения к ней ультразвуковых колебаний.

Литература

1. Нехорошева, А. Особенности изготовления флексографских фотополимерных форм [Электронный ресурс] 3 января 2008. — Режим доступа: <http://www.calculate.ru/book-prnfoto.html>.
2. Жиряков, Б. М. Нетрадиционные способы обработки материалов / Б. М. Жиряков, А. К. Фаннибо. — М.: ЦНИИПИ, 1976. — 24 с.
3. Кестельман, В. Н. Физические методы модификации полимерных материалов / В. Н. Кестельман. — М.: Химия, 1980. — 224 с.
4. Кестельман, Я. Н. Термическая обработка полимерных материалов в машиностроении / Я. Н. Кестельман. — М.: Машиностроение, 1968. — 268 с.
5. Модификация структуры и свойств полимеризационных пластмасс / Сборник научных трудов. Под ред. А. Г. Сироты. — Л.: ОНПО «Пластополимер», 1981. — 149 с.
6. Неверов, А. Н. Радиационная химия полимеров / А. Н. Неверов, Ю. В. Жерднев. — М.: Химия, 1966. — 179 с.
7. Методика оценки влияния стабилизаторов на термостабильность поликапроамида / А. Н. Мачюлис [и др.] // Заводская лаборатория. — 1968. — № 1. — С. 52–55.
8. О повышении теплостойкости капронового волокна / Берестнев В. А. [и др.] — Хим. волокна. — 1961. — № 4. — С. 26–28.
9. Магазинова, Л. Н. Поликарбонат в машиностроении / Л. Н. Магазинова [и др.]. — М.: Машиностроение, 1971. — 174 с.
10. Сакисян, Н. Е. О влиянии термической обработки на усталостные свойства нетканого стеклопластика / Н. Е. Сакисян // Изв. АН Арм. ССР. Сер. Механика. — 1972. — № 5. — С. 71–76.
11. Сапрогонас, И. И. Термодиффузионное упрочнение полимеров / И. И. Сапрогонас, А. В. Стинкас, А. Н. Мачюлис. — В кн.: Сопротивление материалов. Каунас, 1968. — С. 32.
12. Сапрогонас, И. И. Диффузионная стабилизация полимерных материалов / И. И. Сапрогонас, А. Н. Мачюлис // Пластические массы. — 1984. — № 6. — С. 18–19.
13. Упрочнение фотополимерных изделий из олигоэфиракрилатов в среде растворителей / Р. И. Мервинский [и др.] / Физико-химическая механика материалов. — 1974. — № 4. — С. 91–93.
14. Торнау, Э. Э. Долговечность диффузионно-стабилизированных полимерных пленок в жидких средах / Э. Э. Торнау, А. Н. Мачюлис // Механика полимеров. — 1967. — № 2. — С. 296.
15. Стрелихеев, А. А. Основы химии высокомолекулярных соединений / А. А. Стрелихеев. — М.: Химия, 1976. — 440 с.
16. Сангалов, Ю. А. Полимеры и сополимеры изобутилена / Ю. А. Сангалов. — Уфа: Гилем, 2001. — 384 с.
17. Шур, А. М. Высокомолекулярные соединения / А. М. Шур. — М.: Высшая школа, 1981. — 656 с.
18. Барамбойм, Н. К. Механохимия высокомолекулярных соединений / Н. К. Барамбойм. — М.: Химия, 1978. — 384 с.
19. Пипер, Х. Научные аспекты процесса изготовления флексографских фотополимерных форм и их практическое применение / Х. Пипер // Флексо Плюс. — 1998. — № 2.
20. Сорокин, Б. Изготовление флексографских печатных форм [Электронный ресурс] 10 июня 2004. — Режим доступа: http://articles.pakermash.ru/show_art.php?art=80.
21. Толкманцев, Д. Формный процесс высокой печати / Д. Толкманцев // Полиграфия. — 2006. — № 1. — С. 52–54.
22. Плиев, Т. Н. ИК- и ЯМР-спектры олигоуретанаакрилата ОУА-1 и эпоксиакрилового соединения ЭАС-650 Т / Т. Н. Плиев, О. Н. Карпов // Изв. высш. уч. завед. Химия и химическая технология. — 2007. — Т. 50, в. 1.
23. Преч, Э. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных / Э. Преч, Ф. Бюльманн, К. Аффольтер. — Пер. с англ. — М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. — 438 с.

Зильберглейт М. А., профессор; Барташевич С. А., доцент; Тылецкая М. А., аспирант

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ МЕТОДАМИ АПРИОРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

During given to work 23 defects of printing of the flexographic process of reproduction have been revealed. Further these defects of flexographic printing have been quantitatively estimated by methods of aprioristic modelling. Experts classified on the importance defects flexographic printing. Results of expert interrogation have been processed by a method rank correlations. Defects of a printing have been classified by means of search resources on the Internet. Then presence of connection between the data received from different search systems has been revealed. As a result of work revealing the most significant defects flexographic printing has been made by two variants of a method of pair comparisons. As a result of the analysis of defects printing four most significant defects have been certain. The received results can be used for development of algorithms management of quality finished goods.

Введение. Вопросами теоретического исследования и экспериментального изучения флексографского репродукционного процесса посвящено заметное количество публикаций, семинаров и конференций. Среди множества результатов и методик оценки качества флексографского репродукции в настоящее время отсутствуют общепринятые решения и методики по контролю качества флексографской продукции. Существующие технические инструкции технологических процессов имеют, как правило, общий описательно-рекомендательный характер.

Флексографский способ печати – сложный многопараметрический процесс, зависящий во многом от качества настройки технологической цепочки, методов контроля и оборудования [1].

В производстве задача настройки флексографского технологического процесса и контроля качества готовой продукции решается на основе субъективных методов и оценок, опыта работы сотрудников предприятия. Поэтому разработка методов оценки качества флексографских оттисков, разработка алгоритмов управления технологическими параметрами для повышения эффективности технологического процесса и достижения требуемого качества готовой продукции является весьма актуальной.

Целью настоящей работы является выявление наиболее значимых дефектов флексографского процесса, их ранжирование с использованием различных методов обработки априорной информации.

Основная часть. В работе использовались: традиционное ранжирование, метод парных сравнений (различные методы обработки), обработка данных из Интернета.

В приведенном исследовании рассматривался процесс печати и соответственно дефекты, которые возникают непосредственно в результате работы печатной машины. Считая, что допечатная подготовка изображения проведена оптимально с учетом флексографского способа печати мы полагаем, что дефекты связанные с качеством готовой продукции определяются

дефектами, вызванными работой печатного оборудования.

Для решения поставленной задачи был проведен анализ литературных источников, связанных с оценкой дефектов флексографского процесса репродукции. В результате проделанного поиска литературных данных, опыта технологий флексографских предприятий были выявлены следующие 23 дефекта: растискивание, муар, несоответствие нормам оптической плотности, неправильная цветопередача, марашки, неправильный краскоперенос, нарушение баланса по серому, неприводка, потери в светах, малоконтрастное изображение, полошение, разнооттеночность, загрязнение оттиска, затекание краской растровых элементов, потери в тенях, непропечатка мелких элементов, потери в полутонах, неравномерность наката краски, пятнистость плашки, затекание краской выворотки, непропечатка по всему диапазону градаций, перетискивание, биение валов, смазывание, проскальзывание.

Составленный список дефектов был предложен специалистам в области флексографской печати для ранжирования и определения наиболее значимых дефектов флексографской печати. В роли специалистов выступали главные технологи, инженеры-технологи, инженеры по качеству флексографских предприятий города Минска. Все эксперты имеют высшее образование и стаж работы не менее 5 лет.

Экспертные оценки отражают опыт, интуицию, и знания специалистов относительно исследуемого объекта и, несмотря на их субъективность, содержат полезную объективную информацию. Под априорным моделированием мы будем здесь понимать методы выявления, формализации и обработки неявной, качественной, субъективной информации, которая может содержаться в мнениях и высказываниях людей.

Данные полученные после экспертного опроса, обрабатывались с помощью метода ранговой корреляции. Степень согласованности мнений экспертов оценивалась с помощью ко-

эфициента конкордации Кендалла, который рассчитывался по формуле [2]:

$$W = \frac{12s}{m^2(n^3 - n) - b},$$

где m – число экспертов,
 n – количество оцениваемых дефектов,
 Величины s и b вычисляются по формулам:

$$s = \sum_{j=1}^n \left\{ \sum_{i=1}^m u_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right\}^2,$$

$$b = m \sum_{i=1}^m T_i,$$

где T_i рассчитывается по формуле [2]:

$$T_i = \sum_{t_j} (t_j^3 - t_j),$$

где t_j – число повторений j -го числа в i -ой строке.

Оценка значимости коэффициента конкордации ($W = 0,53$) проводилась по критерию Пирсона χ^2 [2]:

$$\chi^2 = m \cdot (n-1) \cdot W.$$

Для уровня значимости $\alpha = 0,05$ и для степеней свободы $\varphi = n-1$ из таблицы χ^2 -распределения $\chi_{кр}^2 = 36,42$. Так как $\chi^2 > \chi_{кр}^2$ ($152,35 > 36,42$), то между ранжировками специалистов существует согласованность.

Суть эксперимента по обработке данных из Интернета заключается в следующем: были выбраны наиболее используемые «поисковики» Google, Mail.ru и Rambler, в которых по очереди был осуществлен поиск по схеме «полиграфия» - «качество»- «дефекты». Далее для каждого «поисковика» вычислялось общее количество упоминаний дефектов и доля упоминания каждого дефекта по отношению к общему упоминанию всех дефектов.

Кроме того, в данном исследовании использовался метод анализа литературных источников, который заключался в следующем. В первых десяти статьях, отобранных по релевантному поиску, рассчитывалось отношение количество слов с выбранными дефектами к общему числу слов в рассматриваемой статье.

Полученные результаты экспериментов приведены в таблице «Анализ литературных источников» (табл. 1).

Затем производилась ранжирование полученных данных, а также соответствующие расчеты ранговой корреляции.

Оценка значимости коэффициента конкордации ($W = 0,8$) проводилась по критерию Пирсона χ^2 . Для уровня значимости $\alpha = 0,05$ и для степеней свободы $\varphi = n-1$ из таблицы χ^2 -распределения $\chi_{кр}^2 = 36,42$. Так как $\chi^2 > \chi_{кр}^2$

($134,4 > 36,42$), то опросу в Интернете можно доверять.

Для оценки степени связи поиска между разными поисковыми системами были использованы коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кендалла.

Выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена рассчитывали по формуле [3]:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)},$$

где $d_i^2 = (X - Y)^2$ — квадраты разностей рангов связанных величин.

Для оценки достоверности коэффициента ранговой корреляции Спирмена были использованы специальные таблицы, в которых представлены необходимые значения коэффициента корреляции при различных уровнях значимости и разном числе степеней свободы ($\varphi = n - 2$).

Выборочный коэффициент ранговой корреляции Кендалла рассчитывали по формуле [4]:

$$\tau = \left[\frac{4 \cdot \sum S_i}{n \cdot (n-1)} \right] - 1.$$

Для проверки значимости коэффициента Кендалла используют так называемую критическую точку $T_{кр}$ [5].

$$T_{кр} = z_{кр} \sqrt{\frac{2(2n+5)}{9n(n-1)}},$$

где n – объем выборки;

$z_{кр}$ – критическая точка двухсторонней критической области, которую находят по таблице функций Лапласа по равенству:

$$\Phi(z_{кр}) = (1 - \alpha) / 2.$$

Если $|\tau| > T_{кр}$ – между качественными признаками существует значимая ранговая корреляционная связь.

Для всех пар сравнения поисковых систем при заданном уровне значимости $\alpha = 0,05$ коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кендалла были выше критического значения. Это означает, что эти коэффициенты можно считать значимыми и говорить о связи между результатами поиска в различных поисковых системах.

После сопоставления полученных результатов методами экспертного опроса и опроса в Интернете были выявлены восемь наиболее значимых дефектов флексографской печати: муар, неправильная цветопередача, несоответствие нормам оптической плотности, растискивание, неприводка, малоконтрастное изобра-

Анализ литературных источников

Дефекты	Общее кол-во слов	Кол-во дефектов	Вес дефекта
Растискивание	13533	216	0,0160
Муар	10427	158	0,0125
Несоответствие нормам оптической плотности	12161	59	0,0049
Неправильная цветопередача	15572	65	0,0042
Марашки	5424	23	0,0042
Неправильный краскоперенос	8492	27	0,0032
Нарушение баланса по серому	12826	35	0,0027
Неприводка	7024	17	0,0024
Потери в светах	7272	17	0,0023
Малоконтрастное изображение	11508	27	0,0023
Полошение	6426	14	0,0022
Разнооттеночность	13302	25	0,0019
Загрязнение оттиска	7443	14	0,0019
Затекание краской растровых элементов	8436	14	0,0017
Потери в тенях	8573	15	0,0017
Непропечатка мелких элементов	8680	13	0,0015
Потери в полутонах	9428	13	0,0014
Неравномерность наката краски	7268	10	0,0014
Пятнистость плашки	8343	12	0,0014
Затекание краской выворотки	10145	13	0,0013
Непропечатка по всему диапазону градаций	10005	12	0,0012
Перетискивание	11226	14	0,0012
Биение валов	9154	10	0,0011
Смазывание	18409	19	0,0010
Проскальзывание	9563	6	0,001

жение, нарушение баланса по серому, неправильный краскоперенос.

Для полученных восьми дефектов было проведено ранжирование методом парных сравнений, т.е. эксперты попарно оценивают предложенные дефекты в соответствии с целевой установкой. Экспертный опрос проводился на полиграфических предприятиях, число экспертов составило 43 человека, что обеспечивает уровень значимости 0,05 [5].

Степень согласованности мнений экспертов оценивается с помощью коэффициента, который рассчитывается по формуле [6]:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{m \cdot n \cdot (m-1) \cdot (n-1)},$$

где m – число экспертов,

n – количество вариантов.

Величина Q вычисляется по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n (b_{ij})^2 - m \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n b_{ij} + \frac{n \cdot (n-1)}{2} \cdot \frac{m \cdot (m-1)}{2}$$

Для оценки значимости коэффициента V использовался χ^2 -критерий Пирсона [6]:

$$\chi^2 = \frac{4}{m-2} \cdot \left\{ Q - \frac{1}{2} \cdot \frac{n \cdot (n-1)}{2} \cdot \frac{m \cdot (m-1)}{2} \cdot \frac{m-3}{m-2} \right\}$$

Коэффициент согласия считается значимым, если рассчитанная величина χ^2 превосходит критическое значение $\chi^2_{кр}$, определяемое при выбранном уровне значимости α и числестепеней свободы φ по соответствующей таблице χ^2 -распределение.

$$\varphi = \frac{n \cdot (n-1)}{2} \cdot \frac{m \cdot (m-1)}{(m-2)^2}.$$

При уровне значимости $\alpha = 0,05$ получилось $\chi^2 > \chi^2_{кр}$ ($328,424 > 43,773$). То можно считать, что коэффициент согласия $V = 0,62$ значительно отличается от нуля и гипотеза о наличии неслучайного согласия между экспертами относительно полученной суммарной ранжировки принимается.

Результатом метода парных сравнений является следующее ранжирование дефектов:

1. Неправильная цветопередача,
2. Растискивание,
3. Неприводка,
4. Муар,
5. Малоконтрастное изображение,
6. Несоответствие нормам оптической плотности,

Результаты методов парных сравнений

Дефекты печати	Вариант с использованием таблицы Шеппарда	Стандартный вариант метода парных сравнений
Неправильная цветопередача	0,160	0,174
Растискивание	0,159	0,171
Неприводка	0,158	0,169
Малоконтрастное изображение	0,136	0,135
Муар	0,128	0,137
Нарушение баланса по серому	0,106	0,054
Несоответствие нормам оптической плотности	0,091	0,096
Неправильный краскоперенос	0,061	0,063

7. Неправильный краскоперенос,

8. Нарушение баланса по серому.

В данном случае $V = 0,62$.

Результаты парного сравнения были обработаны достаточно сложным вариантом метода парных сравнений, который предусматривает использование статистической таблицы Шеппарда, которая связывает следующие величины [7, 8]:

$$G(Z_{ij}) = P_{ij} = \int_{-\infty}^{Z_{ij}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

Полученный результат приведен ниже:

1. Неправильная цветопередача,

2. Растискивание,

3. Неприводка,

4. Малоконтрастное изображение,

5. Муар,

6. Нарушение баланса по серому,

7. Несоответствие нормам оптической плотности,

8. Неправильный краскоперенос.

Как видно данные полученные при ранжировании двумя вариантами метода парных сравнений являются близкими (табл. 2), значит можно утверждать о правильности проведенного исследования и достоверности полученных данных.

Заключение. Таким образом, в ходе работы, используя различные методы предварительной обработки информации (ранжирование, метод парных сравнений, обработка данных полученных из Интернета) были выявлены четыре наиболее значимых дефекта флексографской печати: неправильная цветопередача, растискивание, неприводка и потеря контраста изображения, а также оценены весовые коэффициенты каждого из дефектов.

Полученные результаты могут быть использованы для получения методов оценки качества флексографских оттисков, а также разработки алгоритмов управления технологическими параметрами, применяемыми для повышения эффективности флексографического печатного

процесса и достижения требуемого качества готовой флексографской продукции.

Литература

1. Дреер, М. Печатные процессы. Начало электронных допечатных технологий во флексографии / М. Дреер. — М.: МГУП, 2000. — 378 с.

2. Моделирование технологических процессов: лаб. практикум для студентов специальности 1-47 02 01 «Технология полиграфических производств» / Т. А. Долгова, Т. В. Анкуд. — Минск: БГТУ, 2005. — 58 с.

3. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. — Минск: «Вышэйшая школа», 1973. — 320 с.

4. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман — М.: Высшая школа, 1997. — 480 с.

5. Райхман, Э. П. Экспертные методы в оценке качества товаров / Э. П. Райхман, Г. Г. Азгальдов. — М.: Экономика, 1974. — 152 с.

6. Хартман, К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шеффер; под ред. Э. К. Лецкого. — М.: Мир, 1977. — 425 с.

7. Зильберглейт, М. А. Методика и техника подготовки курсовых и дипломных работ / М. А. Зильберглейт, Л. И. Петрова. — Минск: Беларуская навука, 2003. — 320 с.

8. Митропольский, А. К. Интеграл вероятностей / А. К. Митропольский. — СПб.: Издательство ленинградского университета, 1972. — 88 с.

УДК 655.226.256.2:773.92

Юденков В. С., доцент; Барташевич С. А., доцент; Лукьянчиков А. Н., начальник издательского центра РУП «Издательство «Белорусский Дом печати»

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕКОРДЕРОВ НА ТИРАЖЕСТОЙКОСТЬ ПЕЧАТНЫХ ФОРМ

In the given work were investigated a problem of falling of number of prints which can be made, using one CtP-plate. The carried out researches have allowed to reveal distinctions in raster structure of forms. The microscope equipped with a camera and the interface of connection to the computer has been applied to this purpose. With its help raster structures of forms have been photographed, which stability differed more than in 2 times. The received raster structures have been processed by means of the software package «AutoScan», the relative areas of a raster point have been counted up. The result has shown their difference within 2–3 %. These deviations broke integrity of printing elements of raster structure that led to fast deterioration of such forms at their use in the press.

Введение. Сегодня в офсетной печати наряду с позитивными и негативными традиционными печатными пластинами широко используются различные «Computer-to-Plate» пластины [1].

Под термином «Computer-to-Plate» (CtP) производители допечатного оборудования подразумевают технологию создания печатных форм в цифровом виде, а также управляемый растровым процессором технологический процесс прямой записи лазерным устройством (рекордером) изображения на формную пластину. Эта технология применима для изготовления печатных форм, как для офсетной, так и для флексографской печати.

Неоспоримыми достоинствами CtP процессов перед традиционной технологией являются:

- снижение затрат и сокращение времени технологического цикла изготовления форм;
- улучшение качества и точности воспроизведения изображения на CtP формах;
- повышение качества печати, поскольку исключаются промежуточные стадии с изготовлением фотоформ, а, следовательно, исключаются и дополнительные факторы, влияющие на качество печати;
- улучшение экологии на полиграфическом предприятии по причине отсутствия химической обработки пленок.

Целью настоящей работы является выявление влияния энергетических параметров CtP технологий на тиражестойкость получаемых офсетных печатных форм.

Основная часть. При записи печатных форм по CtP технологии цифровое экспонирование формного материала осуществляется с помощью лазерных источников света. Лазерные микроточки экспонируются на формный материал в соответствии с квадратами растровой сетки и располагаются друг относительно друга

так, чтобы в результате можно было получить растровую точку нужной формы и размера.

Так как луч экспонирующего лазера, как правило, круглый то очевидно, что микроточка не всегда точно соответствует квадратной растровой сетке и, поэтому, должна задаваться с запасом, чтобы избежать пустот в растровой структуре.

Кроме того, большое значение на качество формирования растровой структуры на печатной форме оказывает градиционное распределение энергетической насыщенности точки от ее центра к границе (гауссово распределение энергии — рис. 1).

В соответствии с [2] лазерные микроточки, у которых оптическая плотность на краях меняется резко, принято называть «жесткими», а лазерные микроточки с плавным изменением оптической плотности от ее середины к краю называются «мягкими».

Как видно на рис. 1 растровая точка формируется из некоторого количества лазерных микроточек и понятие «жесткости» или «мягкости» можно перенести и на растровую структуру формы.

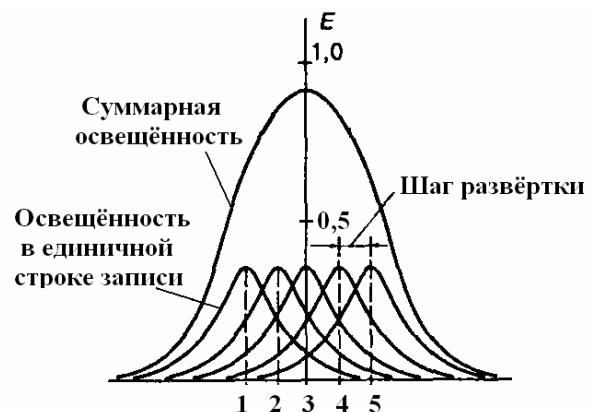


Рис. 1. Гауссово распределение энергии

Выше обозначенные проблемы – форма лазерной микроточки и ее профиль распределения световой энергии оказывают негативное воздействие на точность и стабильность процесса, как изготовления печатных форм, так и процесса печати.

Поэтому, получаемая растровая точка и соответственно результат печати не вполне предсказуем, а качество форм не всегда соответствует ожидаемым результатам.

Вопросом влияния формы и профиля лазерной микроточки на качество печати посвящено большое количество публикаций, например, [1, 2]. Однако, теоретического исследования и экспериментального изучения, отмеченного явления на тиражестойкость печатных форм, на сегодняшний день, широко не проводилось и в печати не публиковалось. Поэтому, в издательстве «Белорусский Дом печати» при изготовлении офсетных СТР форм столкнулись с проблемой нестабильности стойкостных параметров, получаемых форм.

Известно, что достижение максимально возможного значения тиражестойкости может быть обеспечено только в условиях оптимального технологического процесса изготовления и эксплуатации печатной формы [3].

Для определения причин, влияющих на тиражестойкость форм, студентами и сотрудниками кафедры ПО и СОИ совместно с ведущими специалистами РУП «Белорусский Дом печати», были проведены исследования факторов и причин, влияющих на тиражестойкость.

С целью исключения влияния технологических параметров печати и свойств печатных пластин на тиражестойкость формы, исследовались формы, изготовленные из негативных офсетных пластин «LASTRA LVX», предназначенных для экспонирования фиолетовым излучением и созданных специально для рынка газетной и коммерческой печати. Проявка таких пластин может производиться на существующем проявочном оборудовании.

При проведении экспериментов использовались пластины одной партии с их последующей печатью на листовой офсетной машине марки «MAN ROLLAND 700».

Экспонирование пластин производилось на высокопроизводительном рекордере марки «Cobalt 8M» компании «Escher-Grad» (Канада). Экспонирование проводилось по технологии «внутренний барабан» с фиксацией формной пластины с помощью вакуума.

Рекордер оснащен лазерным диодом с длиной волны 406 нм мощностью 60 мВт. В каче-

стве модулятора используется окусто-оптическое устройство, обеспечивающее разрешение до 3080 dpi. Загрузка пластин производится при специальном желтом освещении.

Определение необходимой мощности экспонирования и размера лазерного пятна осуществляется программатором рекордера при введении в него необходимой информации, полученной по результатам тестирования экспонируемого формного материала в условных единицах. Тестирование для определения режимов эксплуатации проводилось с использованием специальной шкалы контроля.

Процесс работы рекордера за исключением загрузки и выгрузки полностью автоматизирован. Производительность экспонирования рекордера до 40 пластин формата 785 x 1030 мм за час работы при разрешении 2540 dpi.

Состояние качества печати и соответствие оригинал-макету контролировалось по плоттерной распечатке. Для контроля линейности воспроизведения растра использовался денситометр для измерения точек печатных форм «Plate Dot». Контроль качества копируемых СТР-процессов проводился с использованием специальной шкалы UGRA Plate Geffirof Wedge (рис.2). Эта шкала позволяет оценить следующие параметры:

- время экспонирования;
- оптимальное разрешение;
- интервал экспозиции;
- оценку градации;
- передачу растровой точки.

Однако, перечисленные мероприятия по контролю качества форм не позволяли выявить причины, влияющие на тиражестойкость офсетных СТР форм. Это объясняется тем, что денситометр для измерения печатных форм не позволяет определить (увидеть) «мягкость» или «твердость» растровой структуры.

Проведенные исследования позволили выявить различия в растровой структуре форм. Для этого с целью контроля за состоянием печатной формы в процессе ее изготовления был использован метод оптической микроскопии исследования поверхности точечно-растровых структур получаемых форм для выявления ее «мягкости» или «жесткости». Для этой цели был применен микроскоп «Микро 200-01», оснащенный фотокамерой и интерфейсом подключения к компьютеру. С его помощью были сфотографированы растровые структуры форм, тиражная стойкость которых отличалась более чем в 2 раза (рис.3).

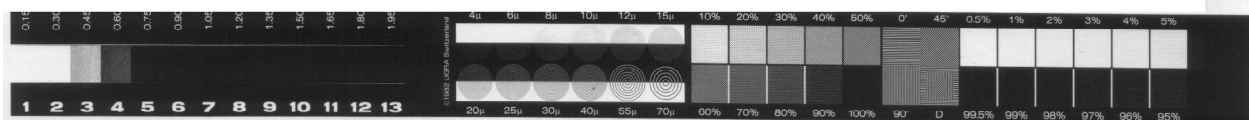


Рис. 2. Шкала UGRA Plate Geffirof Wedge

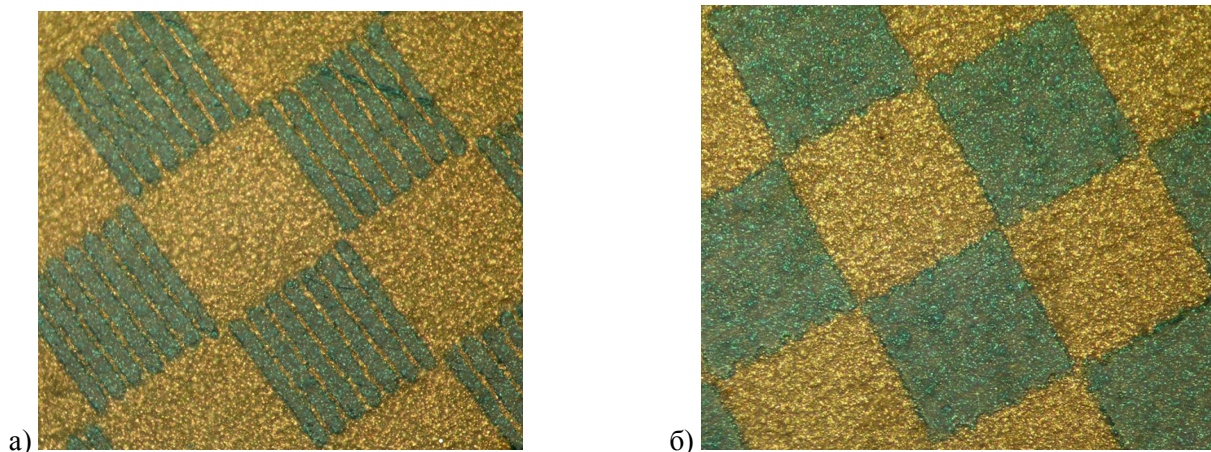


Рис. 3. Фотографии растровой структуры печатных форм, увеличение 200х
 а – растровая структура печатной формы с тиражестойкостью 45 000 оттисков;
 б – растровая структура печатной формы с тиражестойкостью 100 000 оттисков

На фотографии (рис.3 а) показана растровая структура формы с 50% заполнением растровой точки. Как видно из приведенной фотографии, сплошность печатных элементов этой структуры нарушена. По мнению авторов, именно это нарушение сплошности печатных элементов, вызванное неправильной регулировкой мощности лазера значительно снизила эксплуатационные параметры формы, т.е. «мягкая» лазерная точка привела к недоэкспонированию растровой структуры и, как результат, низкой тиражестойкости формы.

На фотографии (рис.3 б) нарушение сплошности отсутствует и стойкостные параметры формы были зафиксированы выше, более чем в два раза.

Приведенные на фотографиях растровые структуры были обработаны с помощью пакета программ «AutoScan» были подсчитаны относительные площади растровой точки. Результат показал их отличие в пределах 2–3 % (рис.4).

Причем, отмеченные изменения размеров растровой точки не приводили к видимому искажению градационной передачи на оттиске, но в тоже время эти незначительные отклонения нарушали сплошность печатных элементов растровой структуры, что приводило к быстрому износу таких форм при их использовании в печати.

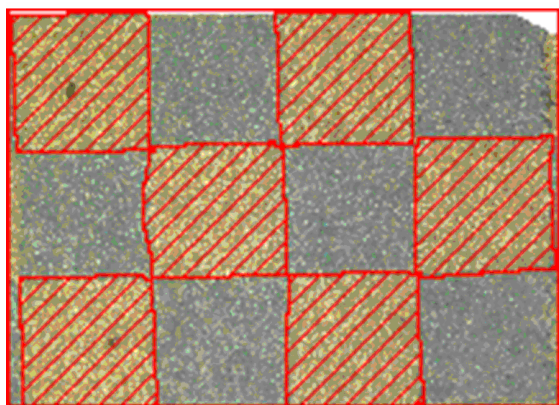


Рис. 4. Обработанная программой «AutoScan» растровая структура печатной формы

Механизм и характер износа офсетных печатных форм объясняется трибологическим анализом системы офсетного печатного процесса и определяющими основными явлениями, происходящими в зонах контакта в результате воздействия различных сред на рабочую поверхность форм [3]. Однако авторы считают, что главным явлением, приводящим к ускоренному износу СтР форм, с нарушенной сплошностью печатных элементов, является гидродинамическим режим трения, возникающий в результате захвата печатными элементами краски. Давление, которое создается в результате гидродинамического эффекта, достигает сотен мегапаскалей [4]. Это высокое давление в местах нарушенной сплошности печатных элементов вызывает скалывание и быстрый износ печатных элементов растровой структуры формы.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования и используемая методика, позволили: 1) выявить причины, влияющие на тиражестойкость СтР-форм; 2) установить, что низкая тиражестойкость печатных СтР-форм, связана с их «мягкой» растровой структурой; 3) предложить механизм, объясняющий быстрый физический износ СтР-форм; 4) правильно определиться в подборе и покупке контрольно-измерительных приборов.

Литература

1. «Дефекты СтР и аналоговых печатных форм, их причины и методы устранения» / www.vipsibir.nevs/2007-10-29.
2. Самарин Ю. Н. Допечатное оборудование: Конструкции и расчет: Учебник для вузов/ Моск.гос.ун-т печати. —М: МГУП, 202 - 55с.
3. Розум О. Ф. Управление тиражестойкостью печатных форм.— К.: Тэхника, 1990.— 128 с.
4. Колмогоров В.Л., Орлов С.И., Колмогоров Г.Л. Гидродинамическая подача смазки. — М.: Металлургия, 1975.- 266с.

Зязюля В. Н., аспирант; Вихренко В. С., профессор; Юденков В. С., доцент

ВЫЧИСЛЕНИЕ МОМЕНТОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАЗДЕЛЕНИЮ КРАСОЧНОГО СЛОЯ В КРАСОЧНОМ АППАРАТЕ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТНОЙ МАШИНЫ

This paper is devoted to the problem of building complex modeling environment on the basis of VisualNastran and Matlab\Simulink. Connection and exchange information between the mechanical model in VisualNastran and the automatic control system in Simulink was made by means of special library component VNPlantBlock. Evaluation of the resistance moments which appear in the ink system of the printing section of printing machine Ryobi 522 HE due to the ink stickiness without hydrodynamic effects is described as well. The results of the calculations may be applied to control speed characteristics of a printing press in VisualNastran for better accuracy of the modeled process.

Введение. Развитие современного печатного оборудования направлено на повышение производительности машин и рост качества выпускаемой продукции. Для обеспечения такого развития современные модели полиграфических машин оснащаются все более сложными системами автоматического управления [1]. Проектирование подобных систем также становится все более сложным и трудоемким процессом. В ходе разработки систем управления все большую роль играет их моделирование в специализированных программных средах (например, Matlab\Simulink). Однако такие пакеты имеют определенные ограничения. Так нагрузка на валу электродвигателя аппроксимируется на основе коэффициентов, вычисленных по приведенному моменту инерции управляемого механизма и моменту сопротивления. В свою очередь программные пакеты, предназначенные для моделирования механической части машины (например, VisualNastran), обладают лишь самым примитивным инструментарием для реализации управления (с помощью таблицы значений либо формулы). Эти ограничения можно снять путем объединения пакетов для моделирования механики и систем управления в единую комплексную среду моделирования. Существует возможность объединения пакетов VisualNastran и Matlab\Simulink в подобную комплексную среду моделирования посредством специализированного библиотечного блока vnPlant. Этот блок обеспечивает обмен данными между объединяемыми пакетами таким образом, чтобы снабдить систему управления значениями наблюдаемых параметров механизма для выработки управляющего сигнала и обеспечить реакцию механизма на управление. Для создания адекватной модели механической части печатной машины нужно учесть все значимые моменты сопротивления, возникающие в системах машины, и их изменение в зависимости от режимов работы. VisualNastran обладает возможностью создания геометрии тел только на основе примитивов. Поэтому для создания более сложной геометрии необходимо использовать сторонние пакеты трехмерного твердотельного моделирования (например,

SolidWorks). SolidWorks предоставляет пользователю полный инструментарий для создания пространственных тел любых конфигураций, в том числе и элементов зубчатых, ременных и цепных передач [2].

Рассмотрим возможность оценки моментов сопротивления, возникающие в красочном аппарате офсетной печатной машины Ryobi 522 HE.

Основная часть. В офсетной печати применяются вязкие краски повышенной интенсивности, содержащие большое количество пигмента. Толщина наносимого на оттиск красочного слоя для разных случаев может составлять от 0,15 до 3 мкм. Раскатная группа осуществляет подготовку красочного слоя до необходимой равномерной толщины перед нанесением его на форму. Изменение красочного слоя по толщине происходит в результате его деления на выходе из каждой зоны контакта между эластичными валиками и жесткими раскатными цилиндрами. Сопротивление разделению красочного слоя увеличивается с ростом вязкости краски и скорости разделения [3]. Анализ гидродинамических процессов, происходящих в слое краски, раскатываемой валиком, показывает, что в каждой точке возникают нормальные и касательные напряжения. Равнодействующая вертикальных составляющих создает подъемную силу, противодействующую прижиму валика и обеспечивающую зазор, необходимый для прохождения краски. Равнодействующая горизонтальных составляющих характеризует липкое сопротивление, противодействующее тяговой силе, в паре с которой оно вызывает вращение ведомого валика. Точное решение подобной гидродинамической задачи оказывается невозможным. Существует только приближенное решение [3]. В статье рассмотрено нахождение моментов сопротивления, возникающих только за счет липкости краски. В дальнейшем планируется уточнить результаты, включив гидродинамическую составляющую моментов сопротивления.

Схема красочного аппарата офсетной печатной машины Ryobi 522 HE приведена на рисунке 1. Геометрические параметры валиков красочного аппарата даны в таблице 1.

Геометрические параметры валиков красочного аппарата Ryobi 522 HE

№ валика	Наименование валика	Диаметр, мм	Общая длина, мм	Эффективная длина, мм
1	1-й накатной валик	49	601	510
2	2-й накатной валик	47	560	510
3	3-й накатной валик	45	576	510
4	4-й накатной валик	51	614	510
5	раскатной валик	46	562	508
6	мостовой валик	45	623	512
7	раскатной валик	52	600	515
8	раскатной валик	52	600	515
9	раскатной валик	46	600	515
10	раскатной валик	52	640	515
11	дукторный валик	45,5	607	515
12	накатной увлажняющий валик	50,5	615	511
13	дозированный увлажняющий валик	63	632	548
14	удерживающий форму валик	22	538	504

При раскате, накате и нанесении на запекаемый материал краска должна одновременно прилипнуть к двум поверхностям и разделяться между ними. В связи с этим прочность прилипания, или адгезия (первое проявление липкости), должна быть больше сопротивления красочного слоя разделению (второе проявление липкости). Сопротивление разделению слоя краски не должно быть слишком малым, иначе краска не будет раскатываться. Момент сил вязкого сопротивления раскату краски должен превышать момент сил трения в подшипниках, иначе валики красочного аппарата будут скользить [4].

Зависимость липкости краски (сажа на олифе слабо-слабой) от скорости разделения [4] можно аппроксимировать функцией вида

$$f(v) = 5 + 28 \tanh(v), \quad (1)$$

где $f(v)$ — липкость краски, Н/м;

v — скорость разделения красочного слоя, м/с.

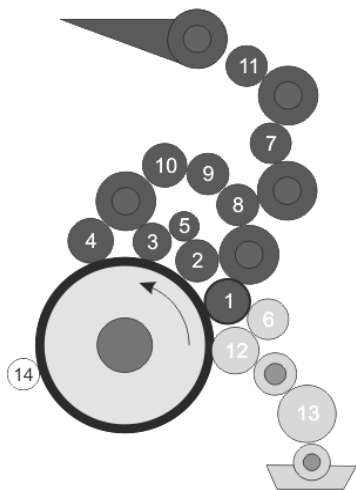


Рис. 1. Схема красочного аппарата Ryobi 522 HE

График зависимости липкости краски (сажа на олифе слабо-слабой) от скорости разделения, построенный по зависимости (1) имеет вид, представленный на рисунке 2.

Таким образом, момент сопротивления, возникающий за счет преодоления сопротивления разделения красочного слоя, высчитывается по формуле (2):

$$M_{ci} = f(v)L_{\text{эф}i}R_i, \quad (2)$$

где M_{ci} — момент сопротивления разделению красочного слоя, Нм; $F(v)$ — липкость краски, Н/м; $L_{\text{эф}i}$ — эффективная длина i -го валика, м; R_i — радиус i -го валика, м.

На рисунке 2 штриховой линией отмечены максимальная скорость работы печатной машины Ryobi 522 HE и соответствующее ей значение липкости краски. Используя данные таблицы 1,

$F(v)$,
Н/м

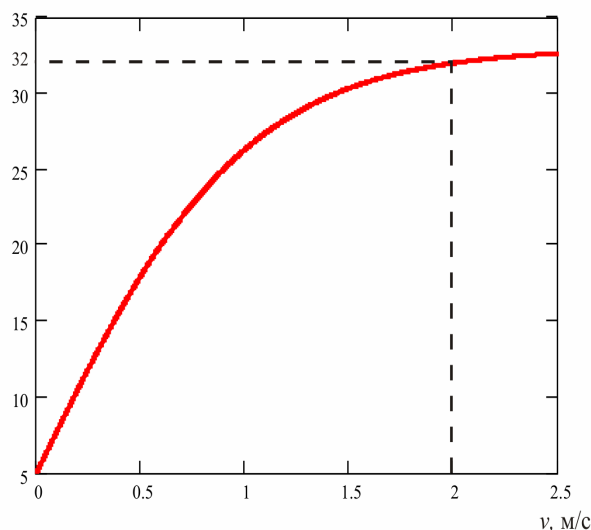


Рис. 2. Зависимость липкости краски от скорости

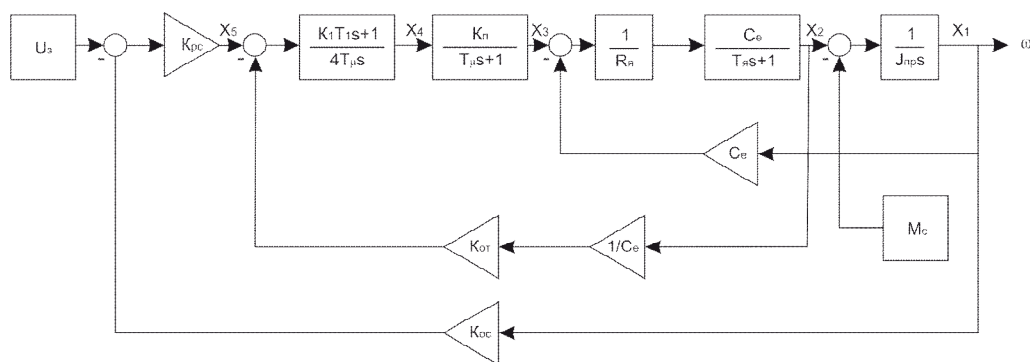


Рис. 3. Структурная схема системы стабилизации скорости

рассчитаем значения момента сопротивления разделению красочного слоя для каждого валика красочного аппарата и мощность, затрачиваемую на преодоление этого сопротивления на максимальной скорости. Радиус раскатных цилиндров равен 0,1 м. Результаты вычисления представлены в виде таблицы 2.

Суммарные затраты мощности на преодоление сопротивления разделению красочного слоя в красочном аппарате одной печатной секции офсетной печатной машины Ryobi 522 HE составляют 1,68 кВт.

Рассмотрим модель офсетной печатной машины с системой стабилизации скорости вращения печатного цилиндра с учетом выше вычисленных моментов сопротивления [5].

В качестве системы стабилизации скорости вращения печатного цилиндра применим двухконтурную систему автоматического регулирования на основе двигателя постоянного тока с независимым возбуждением и отрицательными обратными связями по току и скорости. Регулятор скорости — пропорциональный, регулятор тока — пропорционально-интегральный. Структурная схема системы управления с внедренным блоком VNPlant в Simulink имеет вид, представленный на рис. 3 [6].

Таблица 2
Результаты вычисления

№ валика	M_c , Н·м	P, Вт
1	1,60	130,61
2	1,92	163,41
3	2,20	195,56
4	1,66	130,69
5	1,50	133,44
7	1,71	131,53
8	2,57	197,68
9	1,52	132,18
10	1,71	131,53
р. ц. 1	4,91	98,2
р. ц. 2	4,92	98,2
р. ц. 3	3,30	66,0
р. ц. 4	3,30	66,0

На схеме приняты следующие обозначения: X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 — переменные состояния системы управления; U_3 — задающее воздействие по скорости; $K_{pc}, K_1, K_n, K_{от}, K_{oc}$ — коэффициенты усиления регулятора скорости, регулятора тока, тиристорного преобразователя, обратных связей по току и скорости соответственно; $T_1, T_я, T_μ$ — постоянные времени регулятора тока, якорной цепи двигателя и малая некомпенсированная постоянная времени соответственно; $R_я$ — активное сопротивление якорной цепи; C_e — конструктивный коэффициент двигателя; M_c — момент сопротивления; s — оператор Лапласа.

Механическая модель печатной машины (рис. 4) строится при помощи пакета трехмерного твердотельного моделирования SolidWorks. После трансляции модели в VisualNastran остается определить виды кинематических пар в модели, указать свойства материалов деталей. Далее необходимо установить необходимые измерители и устройства контроля за наблюдаемыми и контролируемыми величинами. Модель сохраняется в файл (*.wm3) [6].

Следующий шаг — объединение механической модели и модели системы стабилизации скорости (рис. 5). Блок VNPlantBlock из библиотеки VisualNastran внедряется в систему управления в Simulink. В окне параметров блока

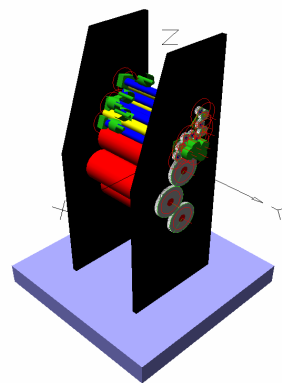


Рис. 4. Модель печатной секции печатной машины в VisualNastran

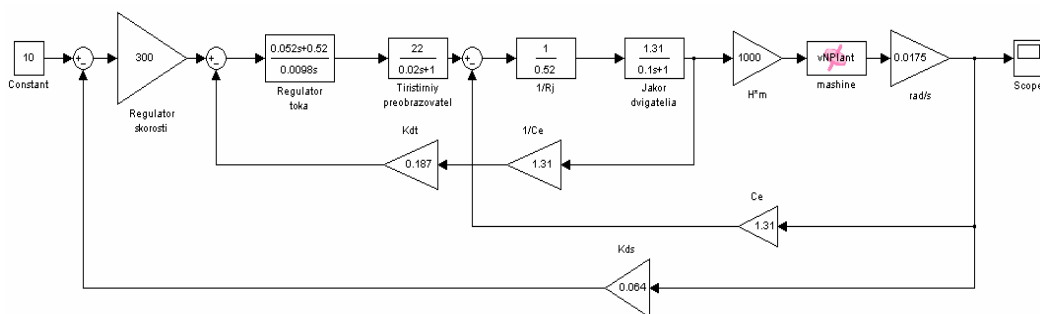


Рис. 5. Система управления с внедренным блоком VNPlant

указывается путь к файлу модели (*.wm3) и входная величина для блока — момент и выходная величина — скорость вращения печатного цилиндра. VisualNastran самостоятельно вычисляет приведенный момент инерции на валу двигателя, учитывает заданные возмущающие воздействия на механизм [8].

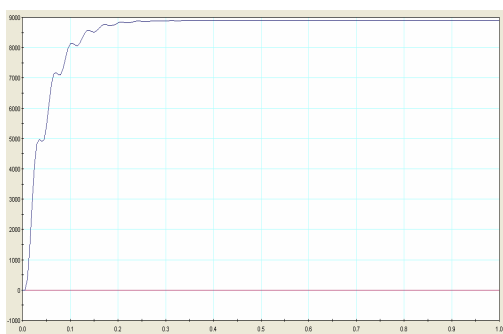


Рис. 6. Результаты моделирования

График изменения скорости печатного цилиндра, полученный при совместном моделировании механической части машины и системы стабилизации скорости, приведен на рисунке 6. По графику видно, что переходный процесс проходит с перерегулированием и заканчивается примерно через 0,3 с.

Заключение. Полученные результаты находятся в качественном соответствии с реальной конструкцией. Так, мощность главного двигателя рассматриваемой офсетной печатной машины составляет 3,7 кВт. Учитывая, что машина имеет две печатные секции, суммарные затраты мощности на преодоление сопротивления разделения красочного слоя составляют 3,36 кВт. С учетом гидродинамических эффектов и потерь на трение в подшипниках получим значение мощности, близкое к номинальному.

Разработанная модель печатной машины в комплексной среде моделирования обеспечивает стабилизацию скорости печатного цилиндра.

Для уточнения механической модели следует включить в нее гидродинамическую составляющую момента сопротивления разделения красочного слоя, рассчитать моменты сопротивления в увлажняющем аппарате и других узлах печатной машины, учесть силы трения в опорах.

Литература

1. Кипхан, Г. Энциклопедия по печатным средствам информации / Г. Кипхан. — М.: МГУП, 2003. — 1255 с.
2. Офсетные печатные машины / В. И. Штоляков [и др.]. — М.: МГУП, 1999. — 217 с.
3. Загаринская, Л. А. Полиграфические материалы / Л. А. Загаринская, Б. Н. Шахкельян. — М.: Книга, 1975. — 352 с.
4. Алямовский, А. А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 800 с.
5. Комплексное моделирование электромеханических систем на примере офсетной печатной машины / Зязюля В. Н. [и др.] // Теорет. и прикл. механика: меж-вед. сб. науч-метод. статей. — 2008 — Вып. 23. — С. 182–185.
6. Башарин, А. В. Примеры расчета автоматизированного электропривода на ЭВМ / А. В. Башарин, Ю. В. Постников. — Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. — 512 с.
7. Рычков, С. П. MSC.visualNASTRAN для Windows / С. П. Рычков. — М.: ИТ Пресс, 2004. — 552 с.
8. Компьютерная механика. Динамический и кинематический анализ механических систем / Д. Г. Медведев [и др.]. — Минск: БГУ, 2006. — 375 с.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ВАЛ» ДВУХДВИГАТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕЧАТНОЙ МАШИНЫ

The algorithm of vector control of the two-impellent asynchronous electric drive of two-section printed machines is offered. Electric motors are not connected by the general mechanical shaft. Vector control is carried out in the polar system of coordinates rotating synchronously with a magnetic field. The control system is focused on a vector of a stream of stator. Control is made on the basis of the information on a current of a part of a direct current of the inverter. The control algorithm provides regulations of speed demanded a range and accuracy of positioning of shaft of press cylinders.

Введение. В современных печатных машинах широко используется многодвигательный электропривод переменного тока. Это связано с тем, что применение индивидуального электропривода для отдельных печатных секций значительно упрощает кинематические схемы машин, позволяет легко осуществить модульное построение сложного оборудования, значительно облегчает условия эксплуатации, повышает производительность и надежность машин. Однако отсутствие общего механического вала накладывает высокие требования к синхронности углового перемещения валов электродвигателей, не связанных механически. Такая совместная работа электроприводов, связанных только электрическими цепями, называется системой «Электрический вал». Пример подобной системы предлагается авторами в [1, 2].

1. Выбор способа управления электроприводом печатной машины. При рассмотрении требований, предъявляемых к многодвигательному электроприводу листовых печатных машин, можно отметить следующее:

- диапазон регулирования скорости должен составлять не менее 20;
- должна обеспечиваться высокая точность синхронизации по угловому положению валов электроприводов отдельных печатных секций.

Для выполнения данных требований необходимо применение векторного управления. Полная управляемость электропривода обеспечивается, если обеспечивается управление электромагнитным моментом двигателя. Можно получить уравнение момента в виде функции независимых проекций векторных величин

на координатные оси. И тогда управление Электромагнитным моментом сведется к управлению проекциями векторов. Отсюда и происходит название способа.

Электромагнитный момент может быть представлен в виде векторного произведения:

$$\vec{M} = \frac{3}{2} \cdot p \cdot C \cdot (\vec{a} \times \vec{b}) \quad (1)$$

где p — число пар полюсов машины, а C — коэффициент, зависящий от выбора векторов a и b и определяющийся в соответствии с табл. 1. В табл. 1: Ψ_s, Ψ_r, Ψ_m — соответственно векторы потокосцепления статора, ротора и намагничивающего контура; I_s, I_r — векторы тока статора и ротора; L_s, L_r, L_m — индуктивность соответственно фазных обмоток статора, ротора и намагничивающего контура; $k_s = L_m/L_s$ и $k_r = L_m/L_r$ — соответственно, коэффициенты электромагнитной связи статора и ротора; $\sigma = 1 - k_s k_r$ — коэффициент рассеяния; * — означает, что электромагнитный момент не может быть выражен через произведение основного потока и потоков статора и ротора [3]. В выражениях для момента физический смысл имеет только модуль вектора.

Для построения систем векторного управления асинхронным электродвигателем могут быть использованы любые пары векторов, с помощью которых можно представить электромагнитный момент обобщенной электрической машины. Однако наибольшее распространение получили системы, использующие для регулирования электромагнитного момента ток статора и потокосцепление ротора, и соответст

Таблица 1

Коэффициенты C уравнения электромагнитного момента

$a \backslash b$	Ψ_s	I_s	Ψ_r	I_r	Ψ_m
Ψ_s	0	1	$-k_s k_r / \sigma L_m$	$-k_s$	*
I_s	-1	0	$-k_r$	$-L_m$	-1
Ψ_r	$k_s k_r / \sigma L_m$	k_r	0	-1	*
I_r	k_s	L_m	1	0	1
Ψ_m	*	1	*	-1	0

вующее уравнение момента. Векторы тока статора и потокосцепления ротора вращаются в пространстве с угловой частотой $\omega_s = 2\pi f_s/p$. Поэтому для упрощения передаточных функций и системы управления используют систему координат, вращающейся в пространстве с синхронной частотой ω_s . А сам принцип векторного управления заключается в раздельном управлении магнитным потоком и моментом асинхронного электродвигателя с помощью проекций вектора тока на оси системы координат, ориентированной по направлению вектора магнитного потока ротора Ψ_r .

Реальные токи статора электродвигателя протекают в неподвижных обмотках и соответствуют проекциям вектора тока на неподвижную систему фазных осей координат. Поэтому при векторном управлении асинхронным электроприводом необходимы координатные преобразования. Преобразование системы координат невозможно без информации о пространственном положении опорного вектора потокосцепления ротора в каждый момент времени. Эту информацию можно получить непосредственным измерением магнитного потока статора или рабочего потока с помощью датчиков, а затем вычислить поток ротора, или вычислить его по мгновенным значениям фазных напряжений и токов статора.

На практике измеряют фазные напряжения и токи статора, а по ним определяют остальные величины в соответствии с выражениями:

$$\bar{\Psi}_s = \int (\bar{U}_s - \bar{I}_s R_s) dt; \quad (2)$$

$$\bar{\Psi}_r = (\bar{\Psi}_s - \bar{I}_s \cdot \sigma \cdot L_s) \cdot \frac{L_r}{L_m}; \quad (3)$$

$$M = \frac{3}{2} \cdot p \cdot (\Psi_{s\alpha} I_{s\beta} - \Psi_{s\beta} I_{s\alpha}); \quad (4)$$

$$\omega = \omega_s - \frac{2 \cdot R_s \cdot M}{3 \cdot p \cdot |\bar{\Psi}_r|^2}, \quad (5)$$

где U_s — вектор напряжения статора; R_s — активное сопротивление фазных обмоток статора; $\Psi_{s\alpha}$, $\Psi_{s\beta}$, $I_{s\alpha}$, $I_{s\beta}$ — соответственно проекции векторов потокосцепления и тока статора на оси α и β системы координат, неподвижной относительно статора; ω — скорость ротора.

Для корректной работы системы векторного управления требуется обратная связь по скорости вращения. Следует отметить, что система управления может выполнять свои функции только при условии, что параметры асинхронного электродвигателя, входящие в передаточные функции его звеньев соответствуют истинным значениям, в противном случае возникает рассогласование систем координат двигателя и

устройства управления, приводящее к потере работоспособности привода. Это обстоятельство создает значительные трудности при реализации систем векторного управления на практике, т. к. параметры электродвигателя изменяются в процессе работы. В особенности это относится к значениям активных сопротивлений фазных обмоток.

При построении системы управления, желательно, чтобы величины, представленные векторами в уравнении момента были наблюдаемы, т. е. чтобы их можно было непосредственно измерить и воздействовать на них при управлении моментом. У короткозамкнутого асинхронного электродвигателя есть только две такие величины — это напряжение и ток статора, и только ток статора может входить в уравнение момента. Тогда другой величиной может быть только ток ротора или какое-либо потокосцепление. Ток ротора принципиально ненаблюдаем, а устройства его идентификации по наблюдаемым параметрам сложны и ненадежны. Поэтому для выбора остаются три потокосцепления: статора, ротора и основное, т. е. магнитный поток в зазоре электродвигателя. Потокосцепление статора и рабочий поток можно непосредственно измерить и использовать этот сигнал в системе управления, что часто и делается при создании приводов высокого качества.

2. Полярное управление асинхронным взаимосвязанным электроприводом. В данной работе для управления взаимосвязанным двухдвигательным электроприводом печатной машины предлагается оригинальный алгоритм векторного управления, не требующий наличия обратной связи по скорости ротора. Для функционирования системы необходимо измерение мгновенных значений фазных напряжений и токов статоров, а также тока звена постоянного тока инверторов напряжения. Известно, что ток звена постоянного тока связан с амплитудой тока статора двигателя соотношением

$$I_d = I_{sm} \cdot \cos \varphi, \quad (6)$$

где I_d — ток звена постоянного тока, I_{sm} — амплитуда тока статора, φ — угол между векторами напряжения и тока статора.

Воспользуемся выражением для модуля электромагнитного момента в следующем виде:

$$M = \frac{3}{2} \cdot p \cdot |\bar{\Psi}_s \times \bar{I}_s| \quad (7)$$

Выразим модуль векторного произведения через произведение модулей векторов

$$M = \frac{3}{2} \cdot p \cdot \Psi_{sm} \cdot I_{sm} \cdot \sin \gamma \quad (8)$$

где γ — угол между векторами потокосцепления и тока статора; Ψ_{sm} — амплитуда потокосцепления статора.

Взаимное расположение векторов напряжения, тока и потокосцепления в пространстве в системе координат $u-v$, синхронно вращающейся с магнитным полем статора, представлено на рис. 1.

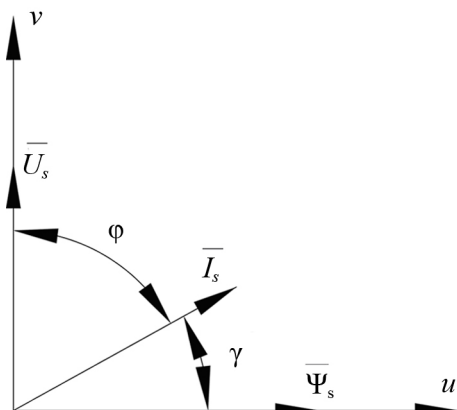


Рис. 1. Расположение векторов напряжения, тока и потокосцепления в пространстве

Из рисунка видно, что векторы напряжения и потокосцепления ортогональны. Таким образом, используя известные тригонометрические зависимости, получим:

$$\sin \gamma = \sin(90^\circ - \varphi) = \cos \varphi. \quad (9)$$

Из (6) следует, что

$$\cos \varphi = \frac{I_d}{I_{sm}}. \quad (10)$$

Подставив (9) в (8), получим выражение для электромагнитного момента с опорным вектором Ψ_s :

$$M = \frac{3}{2} \cdot p \cdot \Psi_{sm} \cdot I_{sm} \cdot \cos \varphi, \quad (11)$$

или с учетом (6):

$$M = \frac{3}{2} \cdot p \cdot \Psi_{sm} \cdot I_d, \quad (12)$$

Поскольку вектор потока статора Ψ_s вращается с синхронной скоростью ω_s одновременно с вектором напряжения, отставая при этом от последнего на угол 90° , а положение вектора напряжения является заданной величиной (однозначно определяется мгновенными значениями фазных напряжений статора), то определение координат опорного вектора не вызывает трудностей.

Воспользуемся вращающейся с синхронной скоростью системой координат, а одну из осей совместим с вектором потокосцепления статора. Таким образом, изменяющиеся во времени по синусоидальному закону значения напряжения, тока и потокосцепления статора представят в виде постоянных величин. А совмещение оси координат с вектором потокосцепления статора позволяет управлять магнитным полем путем изменения амплитуды вектора потокос-

цепления статора. В итоге для управления моментом будем использовать составляющую $I_{sm} \cdot \cos \varphi = I_d$ в соответствии с (11) и (12).

Поскольку управление сводится к управлению модулями векторов тока и потокосцепления статора и их взаимным расположением, то имеет место полярное управление (векторное управление в полярных координатах).

Выразим модуль вектора потокосцепления через параметры электродвигателя, поддающиеся контролю без применения сложных датчиков и преобразователей. В синхронной системе координат при питании от источника напряжения с учетом того, что система ориентирована по вектору потокосцепления, амплитуда потокосцепления в насыщенной электрической машине определяется по выражению из [3]:

$$\Psi_{sm} = \frac{U_{sm}}{\omega_s}. \quad (13)$$

Причем в соответствии с результатами, приведенными в [4] выполнение данного выражения является условием безударного пуска.

3. Моделирование работы двухдвигательного взаимосвязанного электропривода.

Для проверки справедливости выражений (11) и (12) было проведено моделирование работы рассматриваемого электропривода при пуске, в установившемся режиме и при оказании возмущающих воздействий в виде скачкообразных изменений момента статического сопротивления и частоты питающего напряжения. Результаты моделирования в виде графиков электромагнитного момента представлены на рис. 2 и 3. На рис. 2 приведены графики электромагнитного момента при пуске двигателя (время от 0 с до 0,2 с), его выходе на установившийся режим при величине момента статического сопротивления равной 75% от номинального крутящего момента электродвигателя (время от 0,2 с до 1,5 с), работа с номинальной нагрузкой (время от 1,5 с до 2,5 с) и работа при загрузке в 50% от номинальной (время от 2,5 с до 5,75 с). Причем на участке времени от 3,5 с до 4,75 с моделируется работа привода при скачкообразном снижении частоты до 40 Гц (что составляет 80% от ее номинального значения), а на участке времени от 4,75 с до 5,75 с моделируется работа привода при скачкообразном увеличении частоты до номинального значения 50 Гц. На рисунках приведены два графика электромагнитных моментов, первый из которых рассчитан по методике, приведенной в [1], а второй — по выражению (12). Как видно из рис. 2, значения электромагнитных моментов совпадают на протяжении всей работы электропривода при различных режимах за исключением начального момента при пуске двигателя, который представлен на рис. 3. На рис. 3 график 1 соответствует действительному значению электромагнит-

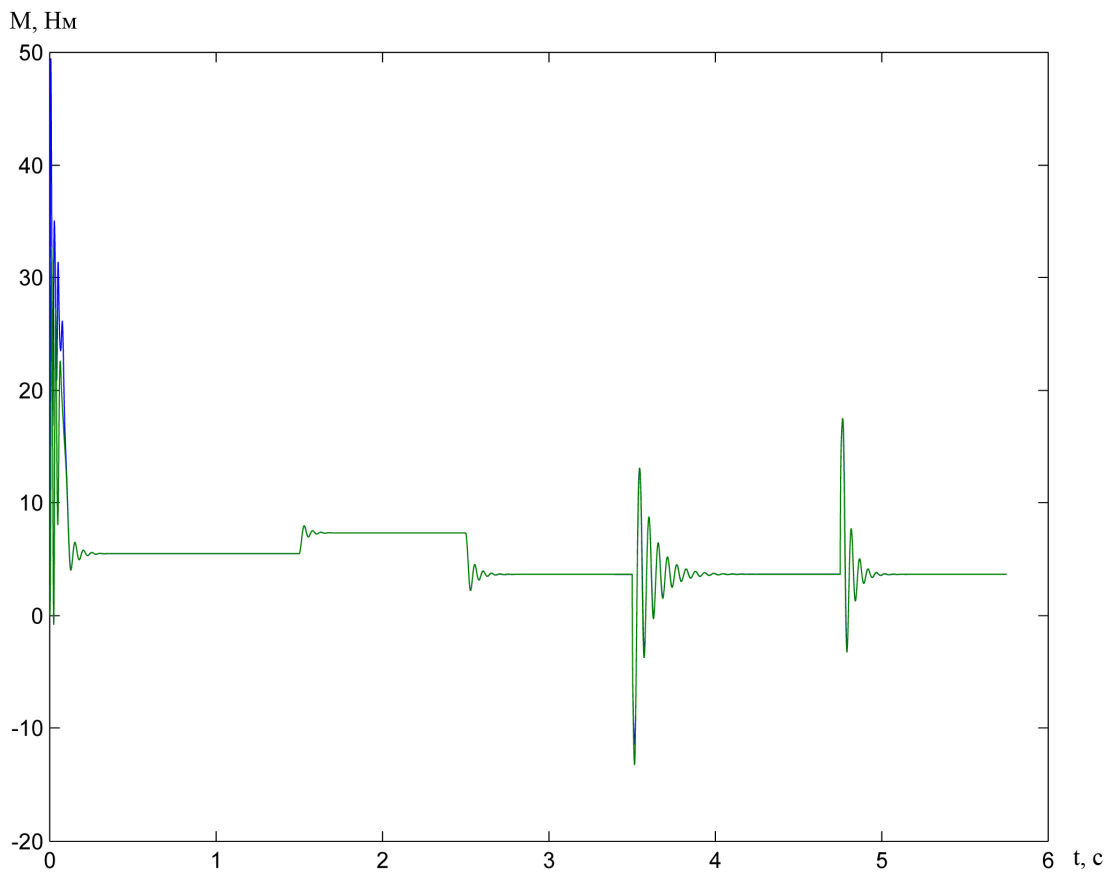


Рис. 2. График электромагнитного момента при различных режимах работы

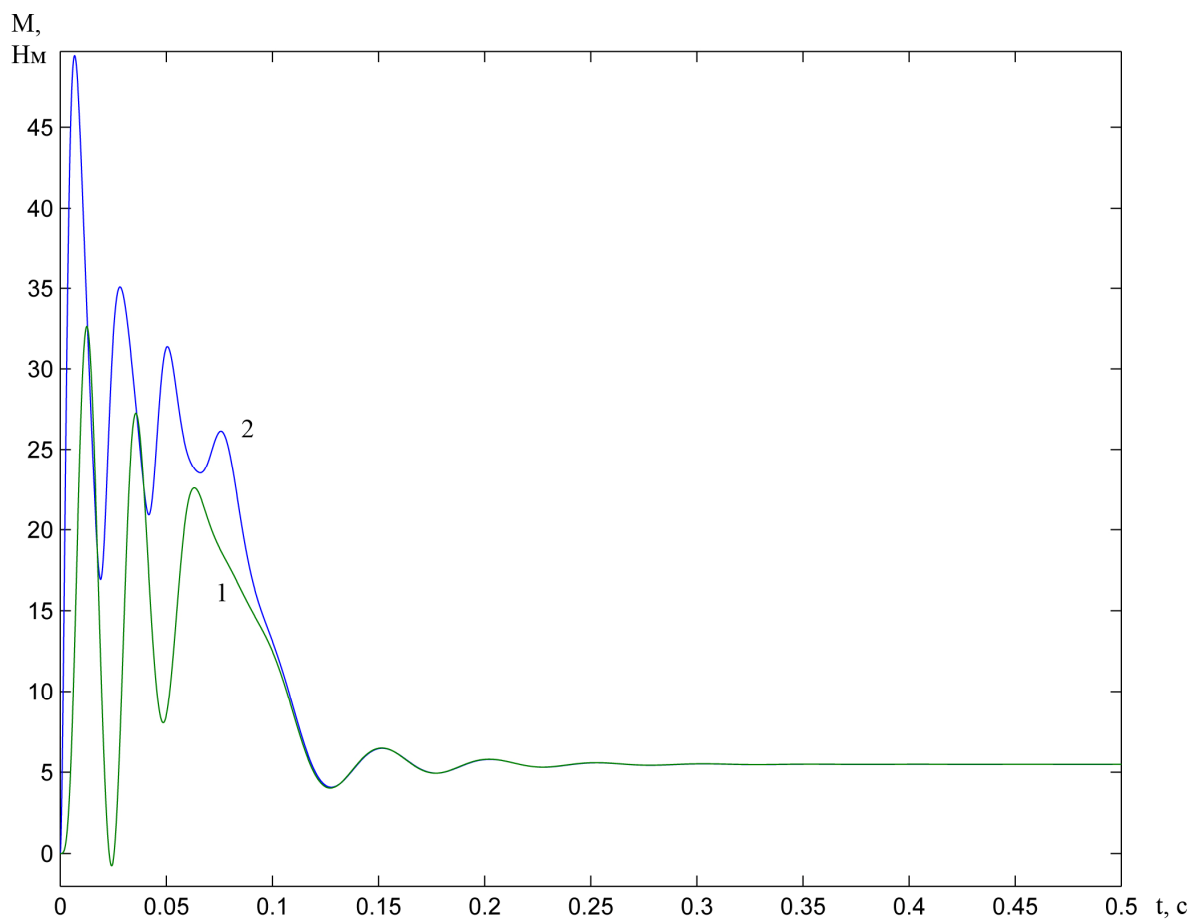


Рис. 3. Электромагнитный момент при пуске ненасыщенной и насыщенной машины

ного момента, а график 2 — электромагнитному моменту, рассчитанному по выражению (12). Неравенство моментов объясняется тем, что в начальный момент пуска двигатель не достигает насыщения и использование выражения (13) для определения амплитуды вектора потокосцепления статора неправомерно. Однако, поскольку между включением электродвигателей и пуском печатной машины на рабочий ход проходит значительное время, достаточное для достижения электродвигателем насыщенного состояния, подобное ограничение применения предлагаемого алгоритма управления является несущественным.

В реальной машине имеют место токи и напряжения, являющиеся проекциями на оси системы координат, неподвижной относительно статора. Поэтому, после того как будут рассчитаны необходимые амплитуда и положение вектора напряжения статора в синхронной системе координат, они должны быть преобразованы в неподвижную систему координат (амплитуда остается неизменной, определяется только требуемое положение вектора напряжения в пространстве). Затем при помощи пространственно-векторного модулирования (другое название — векторная ШИМ) данное задание обрабатывается индивидуальным инвертором напряжения каждого из электроприводов. Преобразования координат выполняются встроенным в инвертор микроконтроллером

4. Контроль величины активного сопротивления статорных обмоток. При работе электропривода его параметры, в частности активные сопротивления обмоток статора, изменяются. Для корректной работы системы управления необходимо точное значение параметров. Поэтому используются температурные датчики, на основании показаний которых вносятся коррективы в значения активных сопротивлений. Причем система управления наиболее чувствительна к изменениям сопротивления статорных обмоток [3]. Предлагаемый алгоритм управления позволяет корректировать значение активного сопротивления статора без применения дорогостоящих, встраиваемых в статор, температурных датчиков. Коррекция производится автоматически в зависимости от величины токов, поддающихся непосредственному измерению. Покажем эту зависимость.

Коэффициент мощности определяется как отношение активной мощности к полной и может быть представлен как отношение активного сопротивления к полному:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X^2}}, \quad (14)$$

где P — активная мощность; S — полная мощность; R — активное сопротивление; X — реак-

тивное (в рассматриваемом случае — индуктивное) сопротивление.

Подставив (10) в (13), получим выражение, позволяющее определять текущее значение активного сопротивления статора по значениям тока звена постоянного тока и амплитуды тока статора:

$$R = X \cdot \frac{I_d}{\sqrt{I_{sm}^2 - I_d^2}}. \quad (15)$$

Однако для того, чтобы правомерно пользоваться выражением (15), необходимо чтобы двигатель был насыщен. Тогда индуктивное сопротивление статора будет определяться через номинальное значение индуктивности статорной обмотки и значение угловой частоты статора и будет являться лишь функцией угловой частоты. Данный вопрос решается просто, так как в управлении моментом опорный вектор потокосцепления поддерживается системой управления на заданном уровне, соответствующем насыщенному состоянию машины.

Заключение. Разработан алгоритм полярного управления двухдвигательным асинхронным электроприводом листовой печатной машины, обеспечивающий требуемый диапазон регулирования и точность углового положения валов печатных цилиндров, приводимых от индивидуальных асинхронных электроприводов. Для реализации алгоритма нет необходимости в создании обратных связей по скорости. Имеется возможность проводить автоматическую коррекцию изменений активного сопротивления статора в процессе работы электропривода без установки температурных датчиков на статорах электродвигателей.

Литература

1. Анкуда, Д. А. Моделирование динамики двухдвигательного электропривода печатной машины / Д. А. Анкуда // Труды БГТУ. Сер. IX Издательское дело и полиграфия. Выпуск XV. — 2007. — С. 37—41.
2. Способ управления взаимосвязанными электроприводами и устройство его реализации: пат. 9707 Респ. Беларусь, МПК7 Н 02Р 5/74 / В. П. Беляев, Д. А. Анкуда; заявитель Бел. гос. технологич. ун-т. — № а 20050602; заявл. 16.06.05; опубл. 30.08.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2007. — № 4. — С. 170—171.
3. Усольцев, А. А. Частотное управление асинхронными двигателями: учеб. пособие / А. А. Усольцев. — СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. — 94 с.
4. Структуры систем управления автоматизированным электроприводом / О. П. Ильин [и др.]; под ред. А. Л. Галкина. — Минск: Наука и техника, 1978. — 368 с.

Алави Сайед Энятоллах, аспирант; Петренко Ю. Н., доцент,
Белорусский национальный технический университет

КОНТРОЛЛЕР ПОЗИЦИОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Positioning control systems are widely used in the industry of the polygraph equipment and in the industry of the printed manufacturing like plotters. Non-linearity is the general characteristic property of such systems. The most typical example of such an equipment is overhead cranes which have the potential of handling loads of hundreds of kilograms and are widely used in factories. The time taken to transport loads from one point to another and also to unload them is of the essence, where each hour gained represents an important time saving operation. A non-linear model for an overhead crane system is derived which takes into account a combination of a trolley and a pendulum. A hand crafted fuzzy controller, which includes two rule-bases, one for position control, the other one for sway-angle control, was designed and successfully implemented on this model. Preliminary results are encouraging and indicate the feasibility of such a two-rule-base control strategy. The results obtained are presented, analysed and discussed.

Введение. Современные системы автоматизации полиграфического оборудования основаны на использовании электроприводов с двигателями различной конструкции: асинхронных, синхронных с постоянными магнитами, постоянного тока и т. д. При этом многие механизмы работают в режиме отработки позиции или заданной траектории (например графопостроители) и характеризуются нелинейным характером взаимосвязи координат.

Обеспечение отработки позиции при оптимальном законе регулирования или заданной траектории с необходимой точностью требуют формирования сложных законов управления. С этой целью применяются достаточно сложные регуляторы, работающие в замкнутых системах. Наиболее распространены традиционные регуляторы, работающие на основе PID-законов регулирования. Они способны обеспечить практически любую точность при заданных параметрах системы регулирования. Сложность, однако, заключается в том, что параметры системы могут изменяться в зависимости от условий эксплуатации. Кроме того, трудности возрастают при заведомо нелинейном характере системы, в том числе и исполнительного двигателя.

Одним из решений является релейный регулятор («банг» – «банг», [1]). Релейный алгоритм прост и относится к алгоритмам простого действия.

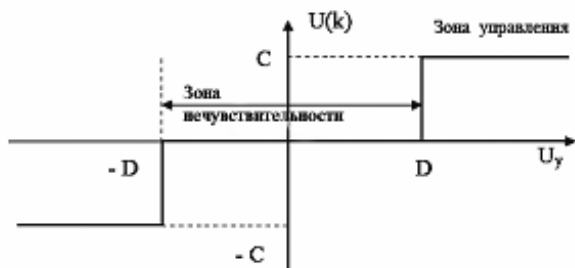


Рис. 1. Принцип релейного управления

Его можно описать следующим образом

$$\begin{aligned} u(k) &= 0 && \text{при } |U_y| < D \\ u(k) &= -C && \text{при } |U_y| < -D \\ u(k) &= C && \text{при } |U_y| > D \end{aligned} \quad (1)$$

где $u(k)$ — выход контроллера на k -м шаге итерации алгоритма управления.

Контроллеры нечеткой логики (КНЛ) являются продуктом (формой) искусственного интеллекта, интенсивно развивающейся в последнее время областью исследований. Принципы нечеткой логики (НЛ) были сформулированы Лахти Заде, профессором Калифорнийского университета в Беркли в 1965 г. [2]. Главным свойством нечеткой логики является использование лингвистических переменных в отличие от дискретных (булевых). Лингвистические переменные описываются естественным языком или языком естественных выражений, такие как «большой» – «маленький»; «холодный» – «горячий» и др. Эти переменные представляются в виде набора, называемого нечетким множеством (Fuzzy set) [3].

Нечеткое множество переменных A характеризуется функцией принадлежности μ_A , которая применима к любому объекту определенного (данного) класса степени принадлежности множества.

Самым естественным образом степень принадлежности находится в пределах от 0 (отсутствие принадлежности) до 1 (полная принадлежность), что позволяет записать

$$\mu_A : x \rightarrow [0,1] \quad (2)$$

что означает, что нечеткое множество A принадлежит универсуму (набору) X , определенному для конкретной проблемы.

Нечеткое множество A называется одноэлементным множеством (singleton), когда имеется лишь один элемент x_0 , такой что $\mu_A(x_0) = 1$,

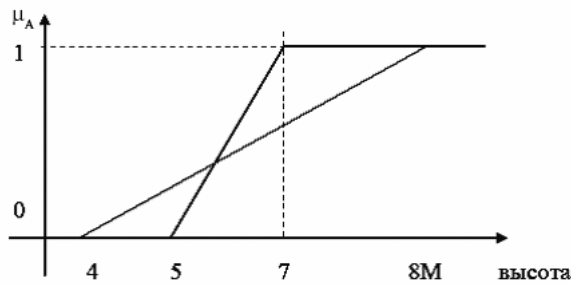


Рис. 2. Функция принадлежности нечеткого множества «высота»

в то время как все другие элементы множества оцениваются нулевым значением.

Например, если высоту дома обозначить X лингвистическая переменная ВЫСОКИЙ может быть отнесено к нечеткому множеству с пределами существования $0 \dots 1$ и которое имеет функцию принадлежности μ_A , приведенную на рис. 2. По этому определению все дома, которые имеют высоту более 7-ми метров имеют функцию принадлежности равную 1, в то время как дома высотой менее 5-ти метров имеют нулевое значение функции принадлежности. Таким образом, в этом определении дом высотой 6 метров имеет $\mu_A = 0.5$ (степень функции принадлежности), кривая 1, рис. 2. В тоже время по мнению экспертов функция принадлежности μ_A может иметь и иной вид, например кривая 2 (рис. 2).

Такой подход позволяет характеризовать поведение системы путем простых соотношений (нечетких правил — fuzzy rules) между лингвистическими переменными. В принятой практике [2] нечеткие правила выражаются в форме нечетких положений (fuzzy conditional statements) Ri типа

Ri: ЕСЛИ x имеет малое значение ТОГДА y имеет большое значение.

Если имеется n правил, тогда набор правил представляется объединением этих правил

$R = R1$ в противном случае $R2$, в противном случае... Rn .

КНЛ основан на комплекте R правил управления. Реализация этих Правил осуществляется композиционным правилом выходных переменных.

Обобщенная структура КНЛ приведена на рис. 3 и содержит четыре принципиальных составляющих: 1) блок фазификации, задачей которого является преобразование входных величин в соответствующие входные лингвистические переменные; 2) блок базы знаний, состоящий из базы данных, необходимых лингвистических определений и набора правил управления; 3) блок логики принятия решений, делающий заключение о нечетком управлении на основе базы знаний правил управления и определений лингвистических переменных; 4) блок дефазификации, который преобразует лингвистические переменные в сигналы управления объектом.

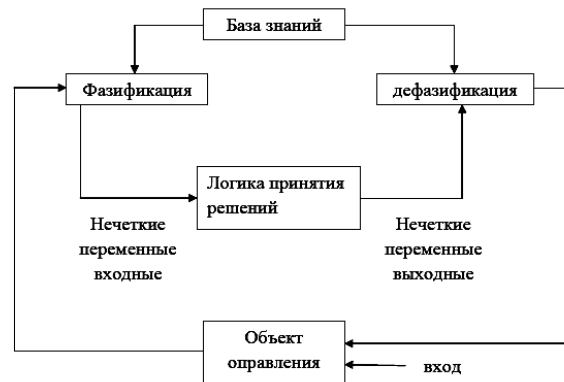


Рис. 3. Структура контроллера нечеткой логики

Основная часть. Перегрузочный кран представляется расчетной моделью согласно рис. 4.

На рис. 4 обозначено:

- P — прилагаемое усилие, (N);
 - f — коэффициент трения о рельсы, (Ns/m);
 - T — натяжение каната, (N);
 - k — коэффициент трения о воздух, (Ns/m);
 - v — результирующая скорость точки массы m , (m/s);
 - M — масса тележки, (kg);
 - l — длина каната, (m);
 - m — масса груза, (kg);
 - $\dot{\theta}$ — угловая скорость точки массы, (rad/s);
 - \dot{x} — скорость перемещения тележки, (m/s).
- Принимая массу тележки M , можно записать

$$P - f \cdot \dot{x} + T \sin \theta = M \cdot \ddot{x} \quad (3)$$

Рассматривая силы, приложенные к массе m , получим

$$\sum F = m \cdot \ddot{x}' \quad (4)$$

где \ddot{x}' — результирующее ускорение точки массы m или

$$-T \sin \theta - k \cdot v \cdot \cos \alpha = m \ddot{x}' \quad (5)$$

Результирующее ускорение точки массы m может быть записано в форме:

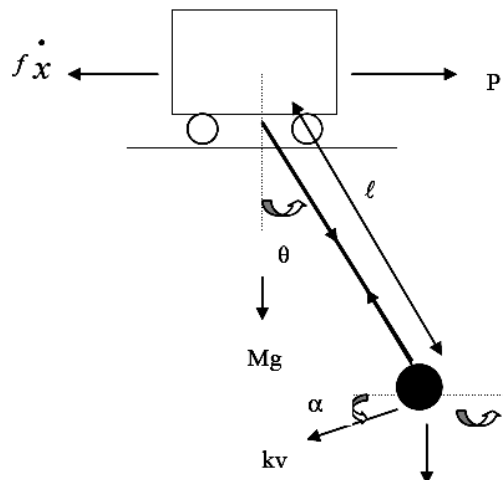


Рис. 4. Расчетная модель перегрузочного крана

$$\dot{x}' = \ddot{x} + l\ddot{\theta} \cos \theta - l\dot{\theta}^2 \sin \theta \quad (6)$$

Тогда (5) получим в виде:

$$-T \sin \theta - k.v. \cos \alpha = m (\ddot{x} + l\ddot{\theta} \cos \theta - l\dot{\theta}^2 \sin \theta) \quad (7)$$

Используя (3), уравнение (7) имеет вид:

$$(M + m) \ddot{x} = P - f.\dot{x} - kv \cos \theta - m.l.\ddot{\theta} \cos \theta + m.l.\dot{\theta}^2 \sin \theta \quad (8)$$

Принимая во внимание все усилия, действующие в точке массы m как показано на рис. 5, можно записать

$$\sum Torque = I.\ddot{\theta} \quad (9)$$

где I — момент инерции. Следовательно, для фиксированной точки O справедливо уравнение

$$m.l.\ddot{\theta} = -m.g.\sin \theta - kv \cos(\theta - \alpha) - m.\ddot{x} \cos \theta \quad (10)$$

Уравнения (8)–(10) представляют динамическую модель крана, представленного на рис. 4. В дальнейшем будем использовать ряд допущений:

- Масса каната пренебрежимо мала по сравнению с массой груза.
- Во время движения крана длина каната остается неизменной.

Проектирование контроллера. Ниже представлена процедура проектирования контроллера управления движением на основе нечеткой логики. В первую очередь определяются соответствующие лингвистические переменные, в качестве которых приняты положение тележки и угол наклона каната. Переменные представлены следующими нечеткими категориями (термами): «Отрицательное» – «Negative»(N); «Положительное» – «Positive»(P); «Большое» – «Big»(B); «Маленькое» – «Small»(S); «Ноль» – «Zero»(Z). Сформулированы базы нечетких правил для управления положением и для управления углом отклонения каната. Необходимо заметить, что стратегия управления содержит два этапа. В начале производится обращение к табл. 1 и реализуется управление

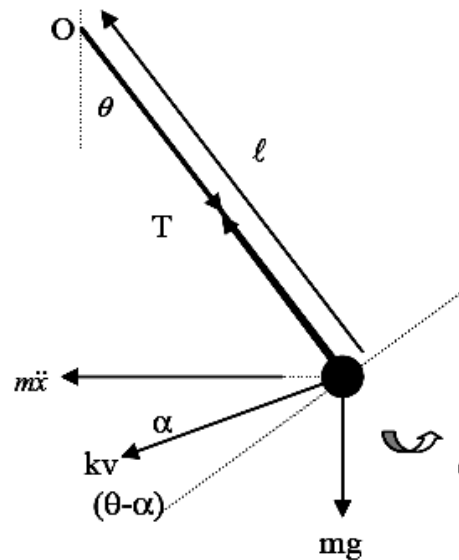


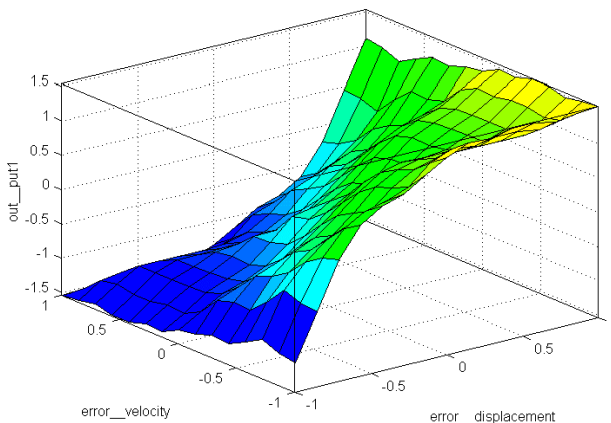
Рис. 5. Схема приложения сил к массе m

Таблица 1
База нечетких правил для управления положением

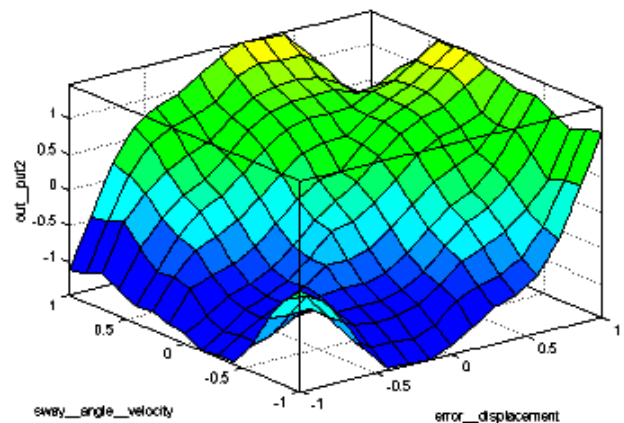
		e_x				
		NB	NS	Z	PS	PB
\dot{x}	NB	NB	PS	PB	PB	PB
	NS	NB	Z	PS	PS	PB
	Z	NB	NS	Z	PS	PB
	PS	NB	NS	NS	Z	PB
	PB	NB	NB	NB	NS	PB

Таблица 2
База нечетких правил для управления углом отклонения

		e_x				
		NB	NS	Z	S	PB
$\dot{\theta}$	NB	Z	NB	NB	NS	PB
	NS	NB	NS	NS	Z	PB
	Z	NB	NS	Z	PS	PB
	PS	NB	Z	PS	PS	PB
	PB	NB	PS	PB	PB	Z



а



б

Рис. 6. Поверхности управления, демонстрирующие правила согласно: а) таблице 1 и б) таблице 2

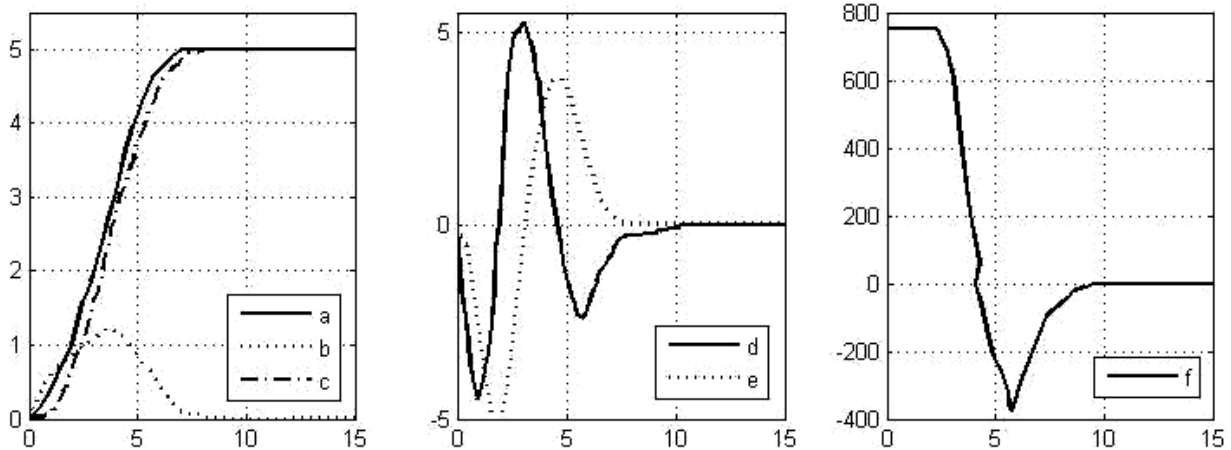


Рис. 7. Динамические процессы при перемещении груза массой 250 кг на расстояние 5 м: а — перемещение тележки, м; б — скорость тележки, м/с; с — перемещение груза, м; d — угол груза, град; е — угловая скорость груза, град/с; f — усилие воздействия на тележку, Н

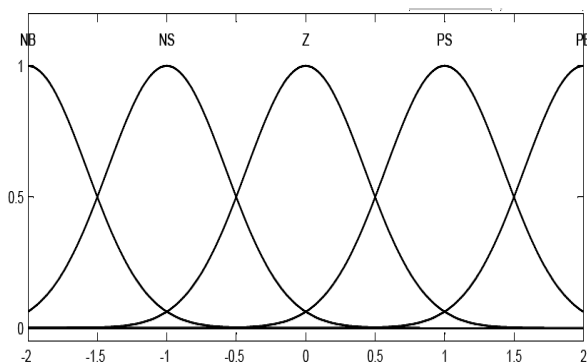


Рис. 8. Вид функции принадлежности которые представлены в виде таблиц 1 и 2 соответственно. Обе базы правил содержат по 25 правил

положением, а затем к табл. 2 и осуществляется управление углом. В итоге, на рис. 3 показаны поверхности управления, демонстрирующие действие этих двух правил. Нелинейный характер правил проявляется в плоском характере поверхностей вблизи точки равновесия.

Результаты моделирования. Исследование динамических процессов при управлении системой с помощью КНЛ и при перемещении груза массой 250 кг на расстояние 5 м выполнено на математической модели с использованием пакета Matlab-Simulink. Результаты моделирования приведены на рис. 7.

Как это следует из рис. 7 (а, б), тележка перемещается в заданную позицию (5 м) за 7,5 с; перемещение груза следует с некоторым отставанием; при этом скорость тележки изменяется по сложному закону, формируемому контроллером. В тоже время угловое положение груза во время перемещения меняет знак, (кривая d), достигая, как и скорость, нулевого значения в конце процесса через 10 с. Формирование усилия (кривая f), обеспечивающего процесс позиционирования с помощью КНЛ, показано кривой f.

Выводы. Предложено проектирование контроллера нечеткой логики для обеспечения

бесколебательного управления перегрузочным краном. Контроллер содержит две базы правил, одна для управления положением, а вторая для управления углом отклонения груза. Динамические свойства системы исследованы на математической модели с использованием пакета Matlab-Simulink. Результаты моделирования показывают, что перемещаемый груз не имеет колебаний вблизи точки позиционирования.

Литература

1. Кабанов, С.А. Управление системами на прогнозирующих моделях / С. А. Кабанов. — СПб: Изд-во С.-Петербургского университета, 1997. — 200 с.
2. Zadeh, L. A. Outline of a new approach of the analysis of complex system and decision processes / L. A. Zadeh. — IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.. Vol. SMC-3. No. 1, 1963. — P. 28–44.
3. Bimal K. Base. Power Electronic and Variable Frequency Drives: Technology and applications. — New York, 1997. — 640 p.
4. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003. — 736 с.

Каледина Н. Б., старший преподаватель

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

The article is devoted to the study of influence of separate factors or their joint influence on average value of the characteristics of quality of printing materials by means of variance analysis.

Показатели качества полиграфических материалов зависят от большого количества технико-экономических качественных и количественных факторов. Для выявления значимости влияния отдельных факторов или их совместного воздействия на среднее значение характеристик качества полиграфических материалов в работе используется дисперсионный анализ. Как известно, в основе дисперсионного анализа лежит предположение о нормальном законе распределения характеристик свойств полиграфических материалов и однородности их дисперсий.

Целью дисперсионного анализа является определение вкладов конкретных источников изменений (например, печатных форм, вида бумаги, тип оборудования и т. д.) некоторого фактора в общую дисперсию σ_0^2 :

$$\sigma_0^2 = \sum_{i=1}^n m_i \sigma_i^2 + \sigma_{ост.}^2, \quad (1)$$

где σ_i^2 — дисперсия, обусловленная действием i -го фактора при взаимодействии между факторами; m_i — коэффициент, связанный с числом наблюдений; $\sigma_{ост.}^2$ — остаточная дисперсия, обусловленная ошибкой эксперимента или факторами, не учтенными в анализе.

Сравнивая дисперсию по факторам с остаточной дисперсией определяют значимость влияния того или иного фактора на общую вариацию изучаемого параметра. Дисперсия σ_i^2 возникает из-за рассеяния средних в разных сериях наблюдений. Вообще говоря, дисперсионный анализ можно рассматривать как метод сравнения группы средних величин, проверки гипотезы об их равенстве.

Рассмотрим несколько примеров использования дисперсионного анализа, начиная с однофакторного. В табл. 1 представлены параметры офсетных полотен, взятых из работ [1, 2].

В этой таблице $D_{пр.}$ — фрактальная размерность, характеризующая дробную размерность, образуемую данным профилем [1]; R_a — среднее арифметическое отклонение профиля; R_z — высота неровностей профиля по десяти точкам; R_{max} — максимальная высота (глубина) профиля; S_m — средний шаг неровностей; S — средний шаг местных выступов профиля; t_p — относительная опор-

ная длина профиля, где p — значение уровня сечения профиля [1]; y_0 — обобщенный (комплексный) параметр, определяющий качество поверхности по совокупности всех параметров [2].

Предварительный анализ этой таблицы показывает весьма высокую неоднородность таких параметров офсетного полотна различных марок как $R_a, R_z, R_{max}, S_m, S, t_p, y_0$; высокую дисперсию R_a, R_z, R_{max}, S_m , что вызвано большим отклонением этих параметров от их средних значений.

Проверка однородности дисперсий всех восьми параметров по критерию Кохрена G подтвердили эту гипотезу, так как рассчитанное значение этого критерия оказалось меньше табличного

$$G = \frac{\sigma_{max}^2}{\sum_i \sigma_x^2} = 0,484, \quad (2)$$

что меньше $G_{кр.}$, равного 0,5635 при $\alpha = 0,01$; $f_1 = 6$; $f_2 = 7$.

Для проведения дисперсионного анализа сначала был выбран обобщенный параметр y_0 , который определяется по методике [2].

Данные для этого анализа семи марок приведены в табл. 2. По каждой марке офсетного полотна измерялись 5 образцов. В табл. 2 T_j — сумма по столбцам, T — общая сумма, k — номера марок. Общая сумма квадратов $SS_{общ.}$ определялась по формуле:

$$SS_{общ.} = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}^2 - \frac{T^2}{N} = 1,549. \quad (3)$$

Сумма квадратов отклонений от средних по маркам от общего среднего равна

$$SS_{мар.} = \sum_{j=1}^k \frac{T_j^2}{n_j} - \frac{T^2}{N} = 1,525. \quad (4)$$

Сумма квадратов для ошибки определяется разностью:

$$SS_{ост.} = SS_{общ.} - SS_{мар.} = 0,024. \quad (5)$$

Результаты дисперсионного анализа представлены в табл. 3. Критерий Фишера $F = 296,542$ определялся для проверки нулевой гипотезы о равенстве средних марок

Параметры офсетных полотен

р/п	Марка образца	D	R_a , мкм	R_z , мкм	R_{max} , мкм	S_m , мкм	S , мкм	t_p , %	y_0
1	Unterlagtuch	1,379	5,649	23,162	32,761	128,57	42,86	18,89	0,264
2	FTC-Airprint-news	1,393	7,471	25,560	42,913	100,00	69,23	23,33	0,262
3	FTC-Ruby-UV	1,467	2,684	11,005	18,403	107,50	50,59	29,07	0,609
4	FTC-Crystal	1,520	1,157	5,345	8,158	80,00	73,33	22,73	0,662
5	3 PLY Compress	1,439	0,393	2,041	4,662	88,00	48,89	11,36	0,619
6	4 PLY Compress	1,460	0,341	1,841	3,188	62,00	46,50	21,51	0,808
7	4-слойное, 3610	1,573	0,649	3,167	3,965	73,33	64,00	20,83	0,789
x_{cp}	Средняя величина	1,462	2,262	10,303	16,293	91,417	56,49	21,103	0,573
σ	Среднее квадратичное отклонение	0,063	2,643	9,366	14,685	20,8	11,22	4,94	0,309
σ^2	Дисперсия	0,004	6,985	87,722	215,65	432,64	125,9	24,4036	0,0437
Σx	Сумма	10,231	18,344	72,121	114,05	639,92	395,4	147,72	4,007

Это значение очень большое, что свидетельствует о том, что гипотеза неверна. Следовательно, существует значительная разница в среднем обобщенном показателе этих семи марок образцов офсетного полотна.

Проверим различие средних величин обобщенного параметра с помощью множественной ранговой корреляции [3], следуя следующим этапам:

1) упорядочим средние значения по возрастанию;

2) найдем средний квадрат ошибки (он равен $8,971 \cdot 10^{-4}$);

3) найдем нормированную ошибку среднего ($S_{н. ср.} = 0,0131$);

4) найдем из табл. Е приложения [3] для $n_2 = 28$ и 5%-ого уровня доверия α значимые ранги;

5) наименьшие значимые ранги умножим на нормированную ошибку;

6) определим разность между наибольшим средним значением и остальными средними значениями и сравним эти разности с нормированной ошибкой среднего. В результате данного исследования выяснилось, что между марками 4 и 1 разницы в среднем нет, в остальных случаях разница довольно существенная;

7) аналогичным образом сравним разности между вторым максимальным значением среднего и меньшими его значениями и т. д.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1) обнаруживается значимая разность между марками 4 и 6, между марками 4 и 7, между марками 3, 5 и 2;

2) между марками 4 и 1, 5 и 3 разницы нет;

3) существенна разница между марками 1, 2, 5, 3, 7 и 6; между 2, 5, 3, 7 и 6; между 5, 6 и 7;

4) есть разница в средних между 3, 6, и 7, а между марками 6 и 7 разницы нет.

Следовательно, марка офсетного полотна оказывает существенное влияние на его качество.

Дисперсионный анализ влияния марки образца на величину фрактальной размерности $D_{пр}$ также показал, что марка офсетного полотна влияет на этот параметр. Данные для исследования различных марок офсетного полотна представлены в табл. 4.

В результате расчетов получили, что сумма квадратов отклонений по маркам от общего среднего составила 0,125, сумма квадратов для ошибки — 0,092. Результаты вычислений представлены в табл. 5. Критерий Фишера в данном случае составляет 6,34, что больше $F_{кр.} = 3,53$

Данные для исследования обобщенного параметра y_0 различных марок офсетного полотна

Марки образцов	1	2	3	4	5	6	7
	0,238	0,236	0,573	0,622	0,587	0,748	0,739
	0,258	0,249	0,588	0,642	0,603	0,778	0,764
	0,264	0,262	0,603	0,662	0,619	0,808	0,789
	0,277	0,275	0,618	0,682	0,635	0,838	0,814
	0,290	0,288	0,633	0,702	0,650	0,868	0,839
T_j	1,320	1,310	3,015	3,310	3,094	4,04	3,945
n_j	5	5	5	5	5	5	5

Результаты дисперсионного анализа

Источник изменчивости	Число степеней свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	Математическое ожидание средних квадратов
Между марками T_j	6	1,525	0,254	$\sigma^2 + 5\sigma_T^2$
Ошибка для каждой марки	28	0,024	$8,971 \cdot 10^{-4}$	σ^2
Сумма	34	1,549		

при $\alpha = 0,01$; $f_1 = 6$; $f_2 = 22$). Следовательно, и в этом случае существует разность в средних величинах фрактальной размерности.

С помощью множественной корреляции было установлено, что:

- 1) офсетное полотно под номером 7 существенно отличается по фрактальной размерности от всех остальных;
- 2) разницы между марками 3 и 6 нет;
- 3) между марками 6 и 5 также нет;
- 4) между марками 5, 1 и 2 есть.

Анализ результатов табл. 2 и 4 показывает, что обобщенный показатель y_0 более четко выявляет разность средних значений исследуемых марок офсетных полотен по сравнению с фрактальной размерностью.

Для полноты исследования рассмотрим двухфакторный эксперимент. Преимуществами этого эксперимента являются:

- 1) большая эффективность по сравнению с экспериментами, где происходит изменение только одного фактора;
- 2) при вычислении влияния каждого фактора используются все данные;
- 3) собирается некоторая информация относительно возможных взаимодействий двух факторов.

Эти преимущества еще больше видны, когда число уровней двух факторов возрастает, поскольку все уровни фактора комбинируются со всеми уровнями остальных факторов. Когда изменение одного фактора сопровождается различными изменениями результатов при разных уровнях другого фактора, то это свидетельствует о том, что между факторами существует взаимодействие.

В работе [4], откуда были взяты исходные данные, было проведено исследование влияния вида бумаги, вязкости краски и давления печат-

ти на предельную скорость печати для различных видов бумаги. В табл. 6 приведены данные для предельной скорости печати при различной вязкости красок и давления.

Для каждой вязкости краски, давления и вида бумаги сделано по два измерения. Поэтому мы имеем факторный эксперимент типа 3×7 с двумя наблюдениями в ячейке (всего 42 наблюдения). Модель может быть представлена в виде:

$$x_{ijk} = \mu + D_i + P_j + D_i P_j + \varepsilon_{k(ij)} \quad (6)$$

где D_i — вязкость краски (или давление) и P_j — вид бумаги.

На первом этапе проведем двухфакторный дисперсионный анализ таким образом, как будто оба фактора качественные.

При исследовании влияния вязкости рассчитаем общую сумму квадратов $SS_{\text{общ}}$ по следующей формуле:

$$SS_{\text{общ}} = \sum_i^a \sum_j^b \sum_k^n x_{ijk}^2 - \frac{T^2}{N}, \quad (7)$$

где a — число уровней вязкости ($a = 3$); b — число уровней вида бумаги ($b = 7$), n — число наблюдений в ячейке ($n = 2$); x_{ijk} — сумма квадратов по каждому уровню вязкости; T — общая сумма данных; N — общее число наблюдений.

В результате проведенных расчетов были получены следующие данные: $SS_{\text{общ}} = 38\,924,1704$; сумма квадратов для вязкости $SS_D = 2373,425$; сумма квадратов для вида бумаги $SS_P = 7941,57$; сумма квадратов для взаимодействия $SS_{PD} = 986,12$; сумма квадратов для ошибки $SS_{\text{ош}} = 2300$.

Эти величины приведены в табл. 6. Из нее видно, что вязкость краски и вид бумаги оказывают значительное влияние на предельную скорость печатания, так как значения критерия

Данные для исследования фрактальной размерности офсетных полотен

Марки образцов	1	2	3	4	5	6	7
	1,314	1,323	1,404	1,457	1,369	1,395	1,503
	1,347	1,358	1,436	1,489	1,404	1,428	1,538
	1,379	1,393	1,467	1,520	1,439	1,460	1,573
	1,444	1,428	1,500	1,553	1,474	1,493	1,608
	1,509	1,463	1,530	1,585	1,509	1,525	1,643
n_j	5	5	5	5	5	5	5

Таблица 5

Результаты дисперсионного анализа

Источник изменчивости	Число степеней свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	Математическое ожидание средних квадратов
Между марками T_j	6	0,125	0,22083	$\sigma^2 + 5\sigma_T^2$
Ошибка для каждой марки	28	0,092	$3,286 \cdot 10^{-3}$	σ^2
Сумма	34	0,217		

Таблица 6

Результаты дисперсионного анализа для предельной скорости

Источник изменчивости	Число степеней свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	Математическое ожидание средних квадратов
Вязкость (D_i)	2	2373,485	1186,743	$\sigma^2 + 14\sigma_D^2$
Вид бумаги (P_j)	6	7941,569	1323,595	$\sigma^2 + 6\sigma_P^2$
$D \times P$ — взаимодействие ($D_i P_j$)	12	986,120	82,177	$\sigma^2 + 12\sigma_{DP}^2$
Ошибка (ϵ_{kij})	21	2300	109,524	σ^2
Сумма	41	13 600,354		

Таблица 7

Результаты дисперсионного анализа о предельной скорости печатания при различных давлениях

Источник изменчивости	Число степеней свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат
Давление (D_i)	2	5092,670	2546,335
Вид бумаги (P_j)	6	35660,030	5943,338
$D \times P$ — взаимодействие ($D_i P_j$)	12	2307,756	192,313
Ошибка (ϵ_{kij})	21	32,032	1,525
Сумма	41	43092,488	

Фишера $F_{2,21} = 10,83 > F_{кр.} = 5,85$ ($\alpha = 0,01$) и $F_{6,21} = 12,05 > F_{кр.} = 3,87$ ($\alpha = 0,01$), что значимо с 1%-ым уровнем значимости ($\alpha = 0,01$). Взаимодействие этих факторов незначимо, поскольку $F_{12,21} < 1$.

Обработка данных табл. 6 для давления, проведенная с помощью вышеуказанных формул, позволила результаты расчетов свести в табл. 7. Из этой таблицы видно, что не только оба фактора, но и их взаимодействия оказывают весьма большое влияние на предельную скорость печатания, поскольку все критерии Фишера ($F_{2,21}$; $F_{6,21}$ и $F_{12,21}$) намного больше табличных значений. Из табл. 6 и табл. 7 также видно, что наибольшее влияние на предельную скорость печатания в обоих случаях оказывает вид бумаги, немного меньшее влияние оказывают вязкость краски и давление печатания, а взаимодействие $D \times P$ существенно влияет на скорость печатания при изменении давления.

При изучении совместного действия на конечный результат более двух факторов диспер-

сионный анализ несколько усложняется, однако, для его реализации разработаны достаточно четкие алгоритмы [3].

Литература

1. Медяк Д. М. Комплексная оценка параметров шероховатости полиграфических материалов//Труды БГТУ, Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. – Минск, 2004. – Вып. XII – С. 76–79.
2. Каледина Н. Б. Использование обобщенного показателя для оценки качества офсетных полотен, мелованной бумаги и печатных форм//Труды БГТУ, Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. – Минск, 2006. – Вып. XIV – С. 115–118.
3. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. – М.: Мир, 1967. – 406 с.
4. Медяк Д. М., Демьянова Г. Г., Старченко О.П. Теоретическое исследование выщипывания различных видов печатной бумаги//Труды БГТУ, Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. – Минск, 2007. – Вып. XV – С. 25–28.

УДК 658.5

Ничипорович С. А., доцент, Мирончик Е. С., аспирант

АНАЛИЗ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

The article is devoted to the analysis of the printing enterprises. The analysis is based on use of model of circulating assets means life cycle. It is established, that the model of circulating assets means life cycle enables to expect the periods of decrease in efficiency of use of circulating assets means and allows to define of the maximal value of turnover ratio for different kinds of production.

Оборотные активы занимают большой удельный вес в общей валюте баланса. Это наиболее мобильная часть капитала, от состояния и рационального использования которой во многом зависят результаты хозяйственной деятельности и финансовое состояние предприятия [1].

Целью данной работы является анализ оборотных средств полиграфических предприятий на основе модели их жизненного цикла.

Основная задача анализа — своевременное выявление и устранение недостатков управления оборотным капиталом и нахождение резервов повышения интенсивности и эффективности его использования.

В структуру оборотных активов входят: запасы и затраты, налоги по приобретенным ценностям, готовая продукция на складах, товары отгруженные покупателям, дебиторская задол-

женность, финансовые вложения, денежные средства и прочие оборотные активы.

В табл. 1 представлена динамика объема и структуры оборотных активов полиграфического предприятия 1, производящего полиграфическую продукцию с защитными свойствами.

За период 2002–2006 гг. общая сумма оборотных активов увеличилась более чем в десять раз, при этом и выручка от продаж товаров, продукции, работ, услуг возросла более чем в двенадцать раз.

Наибольшую долю в оборотных активах занимают производственные запасы, в среднем их удельный вес за рассматриваемый период составил 48,5%.

Второе место занимает готовая продукция, ее доля в среднем составляет 12%. Доля оставшихся показателей в основном превышает 10%.

Таблица 1

Анализ динамики и структуры оборотных средств

Вид оборотных активов	2002		2003		2004		2005		2006	
	Средства, млн. руб.	Структура, %	Средства, млн. руб.	Структура, %	Средства, млн. руб.	Структура, %	Средства, млн. руб.	Структура, %	Средства, млн. руб.	Структура, %
Оборотные активы	924,5	100,0	1995,5	100,0	3795	100,0	7081,0	100,0	9651,5	100,0
В том числе:										
Запасы и затраты	411,5	44,5	944	47,3	2178	57,4	3540,0	50,0	4190,0	43,4
Налоги по приобретенным ценностям	18	1,9	237	11,9	553	14,6	1018,5	14,4	1156,0	12,0
Готовая продукция и товары	248	26,8	224,5	11,3	123	3,2	398,0	5,6	1217,5	12,6
Товары отгруженные, выполненные работы, оказанные услуги	85,5	9,2	155	7,8	297	7,8	196,0	2,8	0,0	0,0
Дебиторская задолженность	72,0	7,8	93,5	4,7	92	2,4	654,5	9,2	1584,5	16,4
Финансовые вложения	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Денежные средства	109,5	11,8	216	10,8	422	11,1	1214,0	17,1	1485,0	15,4
Прочие оборотные активы	46,5	5,0	125,5	6,3	130	3,4	60,0	0,8	18,5	0,2
Выручка	3354,0		5928,0		17368		36204,0		41601,0	

Для характеристики интенсивности использования оборотных активов применяют коэффициент оборачиваемости, который показывает, сколько раз к предприятию возвращаются его оборотные средства в виде выручки от реализации продукции за определенный период. Чем больше значение коэффициента оборачиваемости, тем меньше требуется оборотных средств, тем эффективнее они используются.

Коэффициент оборачиваемости может быть рассчитан как для оборотных активов в целом, так и для каждого показателя, входящего в их структуру.

Результаты расчета коэффициента оборачиваемости по предприятию 1 для наиболее значимых показателей приведены в табл. 2.

Оценка эффективности управления оборотными средствами проводилась на основе модели их жизненного цикла.

Жизненный цикл некоторого ресурса i описывается дифференциальным уравнением Ферхюльста–Перла

$$\frac{dy_i}{dt} = b_i y_i (A_i - y_i) \quad (1)$$

где y_i — фактическое значение коэффициента оборачиваемости, характеризующего данный ресурс, в момент времени t ; A_i — асимптота логистической функции; b_i — параметр задачи.

Решением уравнения (1) является логистическая функция

$$y_i(t) = \frac{A_i}{1 + 10^{a_i - b_i t}} \quad (2)$$

где a_i — параметр логистической функции. Методика определения параметров функции (2) рассмотрена в работе [2].

Жизненный цикл оборачиваемости наиболее значимого показателя — запасов и затрат представлен на рис. 1.

Несмотря на значительные колебания значений коэффициента оборачиваемости в рассматриваемом периоде, результаты моделирования позволяют ожидать в перспективе ускорение оборачиваемости запасов и затрат.

В 2008–2009 гг. данный вид оборотных активов пройдет завершающий этап стадии роста и приблизится к стадии зрелости жизненного цикла,

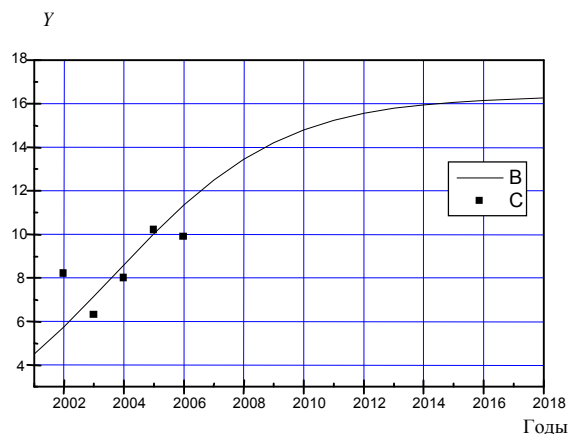


Рис. 1. Жизненный цикл оборачиваемости запасов и затрат: В — результаты моделирования; С — фактические значения коэффициента оборачиваемости

которая характеризуется замедлением темпов роста оборачиваемости запасов и затрат.

При существующем виде выпускаемой продукции и уровне технологии и управления запасами за период жизненного цикла оборачиваемость данного показателя сможет достигнуть максимального значения — 16,5 оборотов в год.

Углубление анализа запасов по данным складского учета позволит установить причины колебаний оборачиваемости и принять на основе данных анализа управленческие решения, направленные на оптимизацию величины запасов.

На рис. 2 представлен жизненный цикл готовой продукции и товаров на складах. Из рисунка видно, что в 2004 г. произошел значительный скачок в интенсивности использования оборотных средств. В последующие два года оборачиваемость активов снизилась практически до уровня 2003 г.

Наблюдаемые колебания значения показателя значительно затруднили процесс моделирования его жизненного цикла. Обозначились две конкурирующие модели.

Одной из них является модель «спада», описывающая завершающий этап жизненного цикла. Исходными данными для ее построения могут быть значения коэффициента оборачиваемости за период 2004–2006 гг. В случае развития событий в соответствии с данной моделью, для изменения ситуации потребуются принятие кардинальных стратегических решений, вплоть до изменения

Таблица 2

Динамика коэффициента оборачиваемости

Показатель	Количество оборотов				
	2002	2003	2004	2005	2006
Оборотные активы	3,6	3,0	4,6	5,1	4,3
В том числе:					
Запасы и затраты	8,2	6,3	8,0	10,2	9,9
Готовая продукция и товары	13,5	26,4	141,2	91,0	34,2
Дебиторская задолженность	46,6	63,4	188,8	55,3	26,3
Денежные средства	30,6	27,4	41,2	29,8	28,0

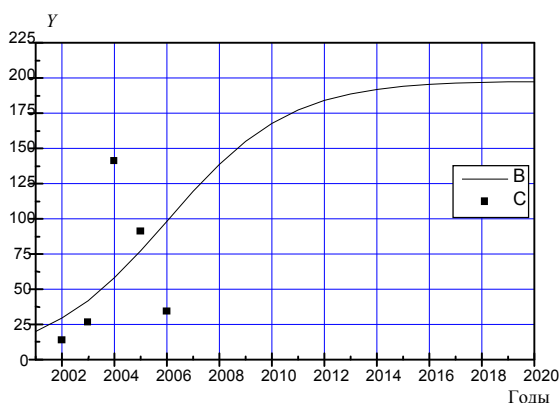


Рис. 2. Жизненный цикл оборачиваемости готовой продукции и товаров: В — результаты моделирования; С — фактические значения коэффициента оборачиваемости

технологии и вида выпускаемой продукции. Данный путь развития является самым неблагоприятным для предприятия.

Противоположной моделью является модель «роста». В данном случае на жизненный цикл наибольшее влияние будут оказывать значения коэффициента оборачиваемости в 2002–2003 гг. и в 2005 г.

Определяющую роль при выборе модели будет иметь значение коэффициента оборачиваемости в 2007 г. На данном этапе в качестве рабочей используется модель «роста» как более благоприятная для предприятия. Оптимальное значение показателя в начальной точке определяется по минимуму дисперсии фактических значений показателя относительно кривой.

В рамках данного жизненного цикла коэффициент оборачиваемости готовой продукции может достигнуть 200 оборотов в год. На данном этапе оборачиваемость готовой продукции находится на стадии роста. Для того чтобы максимально продлить этот этап необходимо определить резервы сокращения продолжительности нахождения капитала в готовой продукции.

Причиной образования сверхнормативных остатков готовой продукции может быть низкая конкурентоспособность продукции, высокая себестоимость, низкая эффективность работы отдела маркетинга, рекламы и др.

Предприятие 1 производит продукцию с защитными свойствами, выпуск которой строго определен. Поэтом снижение оборачиваемости готовой продукции вероятнее всего связано с несогласованной работой производства и отдела маркетинга, растянутыми сроками отгрузки готовой продукции.

На рис. 3 представлен жизненный цикл дебиторской задолженности, на рис. 4 жизненный цикл оборачиваемости денежных средств.

Динамика коэффициента оборачиваемости данных показателей схожа с динамикой обра-

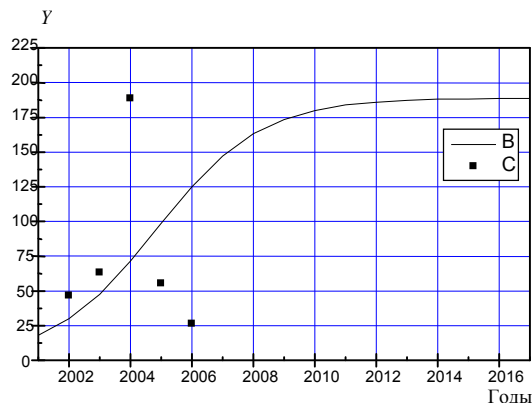


Рис. 3. Жизненный цикл оборачиваемости дебиторской задолженности: В — результаты моделирования; С — фактические значения коэффициента оборачиваемости

чиваемости готовой продукции на складах. Как и в предыдущем случае для описания жизненного цикла была выбрана модель «роста».

В рамках периода жизненного цикла оборачиваемость дебиторской задолженности может достичь 190 оборотов в год.

Для обеспечения планируемого роста необходимо провести мероприятия по ускорению инкассации дебиторской задолженности, такие как введение штрафных санкций за просрочку платежа, отпуск товаров покупателям на условиях предоплаты и др.

Управление денежными средствами имеет такое же значение, как и управление запасами и дебиторской задолженностью. Искусство управления денежными потоками состоит в том, чтобы держать на счетах минимально необходимую сумму денежной наличности, которая нужна для текущей оперативной деятельности. Сумма денежных средств, которая необходима предприятию, — это страховой запас, предназначенный для покрытия кратковременной несбалансированности денежных потоков.

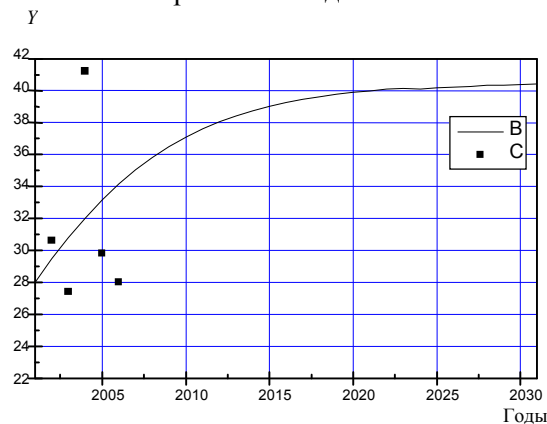


Рис. 4. Жизненный цикл оборачиваемости денежных средств: В — результаты моделирования; С — фактические значения коэффициента оборачиваемости

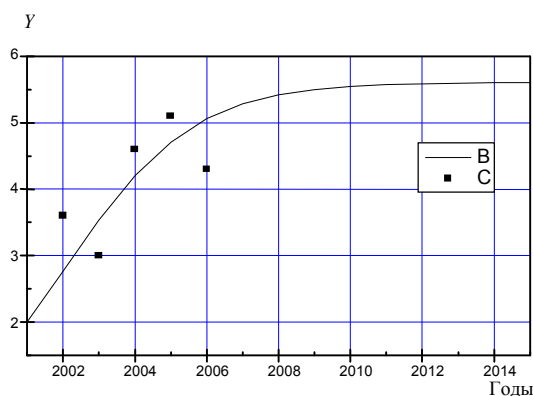


Рис. 5. Жизненный цикл оборачиваемости оборотных активов для предприятия 1: В — результаты моделирования; С — фактические значения коэффициента оборачиваемости

Поскольку денежные средства, находясь в кассе или на счете в банке, не приносят дохода, их нужно иметь в наличии на уровне безопасного минимума [1].

По результатам моделирования становится возможным увеличение оборачиваемость денежных средств до 41 оборота в год.

Причины снижения оборачиваемости данного показателя в 2005–2006 гг. обусловлены несбалансированностью денежных потоков. Превышение притоков над оттоками увеличивает остаток свободной наличности.

Жизненный цикл оборачиваемости оборотных активов в целом предприятия 1 представлен на рис. 5. Существенные колебания значения оборачиваемости говорят о нестабильной работе предприятия.

Из рисунка видно, что значения коэффициента оборачиваемости приблизились к своему максимальному возможному значению — 5,5 оборотов в год. Стабилизация и ускорение оборачиваемости оборотных активов возможно при рассмотрении изложенных выше направлений повышения эффективности использования активов, входящих в их структуру.

Скорость оборачиваемости зависит от типа производства и вида выпускаемой продукции.

На рис. 6 представлены результаты моделирования жизненного цикла оборотных средств полиграфического предприятия 2, производящего газетную, бланочную и этикеточную продукцию.

Из анализа динамики коэффициента оборачиваемости видно, что завершился жизненный цикл оборотных средств, описывавший значения данного показателя на интервале до 2004 г., что вызвало значительное снижение коэффициента оборачиваемости в течение 2002–2004 г. В течение этого периода мероприятия по улучшению использования оборотных средств не давали результатов. Мероприятия, предпринятые в 2004 г., стимулировали развитие нового

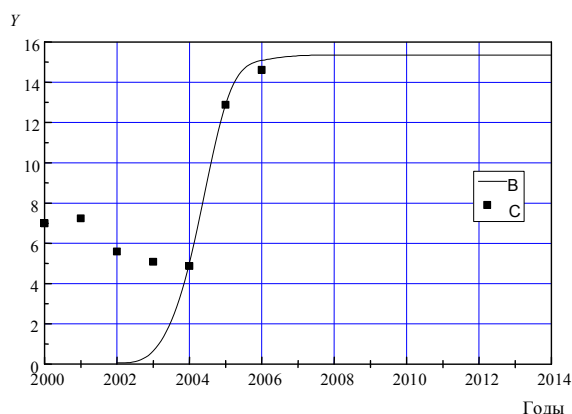


Рис. 6. Жизненный цикл оборотных активов предприятия 2: В — результаты моделирования; С — фактические значения коэффициента оборачиваемости

жизненного цикла, в рамках которого управление запасами вышло на новый уровень. По форме кривой жизненного цикла, отраженной на рис. 6. видно, что с 2005 г. управление оборотными средствами вступило в стадию зрелости, которая продлится примерно до 2009 г. В 2007 г. коэффициент оборачиваемости достигает своего максимального значения — 15,3 оборота в год. В период спада, следующего за стадией зрелости, ожидается значительное снижение данного показателя.

Из приведенного анализа можно сделать следующее заключение. В период 2008–2009 гг. необходимо провести мероприятия по ускорению оборачиваемости оборотных средств, связанные с совершенствованием технологии, строгим соблюдением режима экономии в затратах на производство, рационализацией организации материально-технического снабжения и сбыта продукции.

Из анализа рис. 5 и рис. 6 можно сделать вывод том, что предприятия производящие смешанные виды продукции имеют большие резервы для увеличения эффективности использования оборотных активов по сравнению со строго специализированными.

Таким образом, модель жизненного цикла оборотных средств дает возможность предвидеть периоды снижения эффективности использования данного ресурса, также дает возможность определения максимального возможного значения коэффициента оборачиваемости для разных типов производства.

Литература

1. Савицкая, Г. В. Экономический анализ / Г. В. Савицкая. — М.: Новое знание, 2005. — 651 с.
2. Кулак, М. И. Обобщенная модель жизненного цикла печатной продукции / М. И. Кулак, Н. М. Семеняко, Н. Э. Трусевич // Труды БГТУ. Серия IX. издательское дело и полиграфия. — 2006. — Вып. 14. — С. 129–132.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕДАКЦИЙ ЖУРНАЛОВ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

In the article the analysis of the most typical shapes of life cycle functions of Belorussian medical magazines is carried out. According to the handling the needs of dedicated magazines, approach for modeling of innovation strategy for the life cycle management of the magazines is suggested. Issue of any magazine earlier or later experience the decline stage. The aim of the strategic planning of publishing activity is a maximal extension of the growth and maturity stages. The continuance and the potential of the development of the magazine life cycle depend on the efficiency of the sanitation arrangements are made by the publisher.

Журнальный подкомплекс является важной составной частью производственной структуры издательско-полиграфического комплекса (ИПК) Беларуси. Сложившаяся в настоящее время в мировой полиграфии производственная структура такова, что журнальный подкомплекс находится на втором месте по темпам роста (4,9% в год) [1]. Данный факт подчеркивает его перспективность.

Несмотря на то, что объем производства журнальной продукции в Республике Беларусь с 2000 по 2006 г. возрос на 145% (годовой рост составил 24%), журнальный подкомплекс по объемам производства занимает все еще одно из последних мест (4,4% от общего объема выпуска полиграфической продукции). Это связано с тем, что в 2000–2006 гг. наблюдается значительное наращивание объемов производства газетной продукции (637%) [2].

На внутреннем белорусском журнальном рынке как с точки зрения удовлетворения спроса на эту продукцию, так и при оказании полиграфических услуг по печатанию журналов доминируют ИПК стран ближнего и даже дальнего зарубежья. Белорусские журналы составляют всего 30% от общего объема реализуемой журнальной продукции. В силу высокого культурного и образовательного уровня населения Беларусь представляет собой емкий журнальный рынок, но его нужно заполнить собственной продукцией.

Для успешного функционирования на рынке издательских услуг редакции журнала необходимо постоянно поддерживать и усиливать свои конкурентные позиции, выработать стратегию долгосрочного развития, которая позволяла бы учитывать изменения внешней среды.

Важным инструментом укрепления позиции редакции журнала на рынке является стратегический анализ инновационной деятельности с использованием модели жизненного цикла продукции.

Журнал, как и любая полиграфическая продукция, имеет свой жизненный цикл — временной интервал, включающий в себя несколько стадий (внедрение, рост, зрелость, насыщение, спад), каждая из которых отличается особым характером процесса изменения во времени объемов выпуска [3].

Целью данной работы является совершенствование деятельности редакций белорусских специализированных журналов с использованием динамических методов стратегического менеджмента. Суть подхода заключается в том, что объект управления рассматривается в диалектическом развитии, в причинно-следственных связях и соподчиненности, проводится ретроспективный анализ выпуска журнальной продукции и перспективный анализ (прогноз) на будущий период.

В соответствии с методом, предложенным в работе [3], жизненный цикл полиграфической продукции представляет собой S-образную кривую, которая описывается модифицированной формулой Перла, неизвестные коэффициенты которой можно найти, имея статистические данные о динамике выпуска журнала за каждый год.

С помощью модифицированной формулы Перла возможно построение функции жизненного цикла конкретного журнала и определение, на какой стадии развития он находится. Выпуск любого журнала рано или поздно переживает спад. Целью стратегического планирования деятельности редакции является продление этапа роста и зрелости журнала.

В качестве иллюстрации потенциальных возможностей рынка журнальной продукции рассмотрим конкретную отрасль народного хозяйства Беларуси — здравоохранение. Численность специалистов в этой отрасли в 2006 г. составила около 160 тыс. человек (табл. 1), а количество специализированных белорусских журналов — всего 19 наименований. Причем чаще всего издаются журналы с периодичностью 4 раза в год и тиражом в пределах 100–4000 экземпляров (табл. 2) [4].

Если поставить задачу обеспечения всех специалистов отрасли здравоохранения специализированными журналами, то годовой тираж журнала (асимптота функции жизненного цикла a) будет рассчитываться по формуле:

$$a = N \times P,$$

где N — количество специалистов, тыс. чел.;
 P — периодичность выпуска журнала, раз/год.

Таблица 1

Сведения о медицинских кадрах Республики Беларусь (2006 г.)

Наименование региона	Численность населения, тыс. чел.	Медицинские кадры, чел.				ИТОГО
		Число врачей (без зубных)	Число стоматологов	Число среднего медперсонала	Число провизоров и фармацевтов	
г. Минск	1797,5	11 183	1 370	19 640	1 134	33 327
Брестская обл.	1439,4	5 196	429	16 233	973	22 831
Витебская обл.	1283,1	5 175	337	14 858	1 012	21 382
Гомельская обл.	1475,8	5 392	325	16 883	1 180	23 780
Гродненская обл.	1114,1	5 205	318	12 216	819	18 558
Минская обл.	1466,7	4 808	549	15 476	880	21 713
Могилевская обл.	1137,6	4 084	358	13 077	938	18 457
РБ	9714,2	41 043	3 686	108 383	6 936	160 048

Таблица 2

Сведения о медицинских журналах Республики Беларусь (2006 г.)

Название журнала	Начало выпуска, год	Периодичность выпуска, раз/год	Средний тираж, экз.	Годовой тираж, тыс. экз.
Вестник Витебского государственного медицинского университета	2002	4	150	0,600
Весці НАН Беларусі. Серыя медыцынскіх навук	2004	5	76	0,380
Вестник фармации	1998	8	150	1,200
Военная медицина	2006	1	300	0,300
Вопросы организации и информатизации здравоохранения	1995	4	835	3,340
Журнал Гродненского государственного медицинского университета	2002	4	100	0,400
Здравоохранение	1924	12	1610	19,326
Имунопатология, алергология и инфектология	1999	4	2100	8,400
Медицина	1994	4	1395	5,580
Медицинская панорама	1999	11	1000	11,000
Медицинские знания	1999	6	2327	13,962
Медицинские новости	1995	12	1560	18,720
Медицинский журнал	2002	4	675	2,700
Мир медицины	1998	12	3750	45,000
Новости хирургии	1995	4	300	1,200
Проблемы здравоохранения и экологии	2004	4	200	0,800
Современная стоматология	1997	4	735	2,930
Стоматологический журнал	2000	4	550	2,600
Фармаскоп	2004	6	3000	18,000

В итоге получим следующие рекомендуемые значения асимптот специализированных журналов:

$$\begin{aligned} \text{при } P = 4 \quad a &= 160 \times 4 = 640 \text{ тыс. экз./год} \\ \text{при } P = 6 \quad a &= 160 \times 6 = 960 \text{ тыс. экз./год} \\ \text{при } P = 12 \quad a &= 160 \times 12 = 1920 \text{ тыс. экз./год} \end{aligned}$$

Однако необходимо учитывать специализацию медицинских работников и то, что часть журналов может быть прочитана специалистами после выхода следующего номера. В таком случае целесообразно уменьшить круг читате-

лей одного номера журнала до 25% — 40 тыс. чел. Тогда рекомендуемые асимптоты республиканских журналов будут равны:

$$\begin{aligned} \text{при } P = 4 \quad a &= 40 \times 4 = 160 \text{ тыс. экз./год} \\ \text{при } P = 6 \quad a &= 40 \times 6 = 240 \text{ тыс. экз./год} \\ \text{при } P = 12 \quad a &= 40 \times 12 = 480 \text{ тыс. экз./год} \end{aligned}$$

Анализ табл. 2 свидетельствует о недостаточном удовлетворении спроса на медицинские журналы белорусскими редакциями.

Рассмотрим наиболее характерные функции жизненного цикла медицинских журналов.

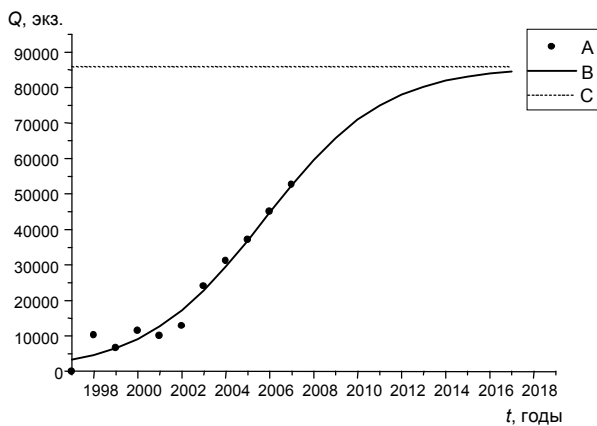


Рис. 1. Функция жизненного цикла журнала «Мир медицины»

A — статистические данные; B — функция жизненного цикла; C — асимптота ($a = 83\,930$)

На данный момент только один белорусский медицинский журнал находится на стадии роста — «Мир медицины» (рис. 1) — причем насыщение произойдет не ранее, чем через 10 лет.

Большая часть медицинских журналов («Вестник Витебского государственного медицинского университета», «Иммунопатология, аллергология и инфектология», «Медицинская панорама», «Медицинские знания», «Медицинский журнал», «Мир медицины», «Современная стоматология» и др.) имеет положительную динамику объемов выпуска, однако в последние 2–4 года значительного увеличения тиражей не происходит, что свидетельствует о том, что данные журналы находятся на стадии насыщения, т.е. достигли своего предела развития (рис. 2).

Если не проводить никаких стимулирующих мероприятий по развитию данных журналов, в жизненном цикле журналов наступит стадия спада, которая поставит под угрозу их дальнейшее существование.

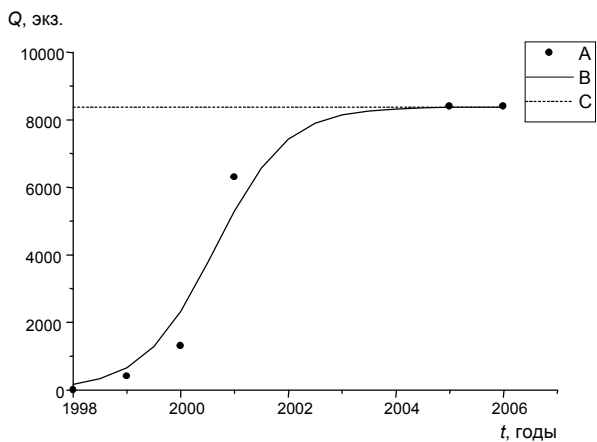


Рис. 2. Функция жизненного цикла журнала «Иммунопатология, аллергология и инфектология»:

A — статистические данные; B — функция жизненного цикла; C — асимптота ($a = 8377$)

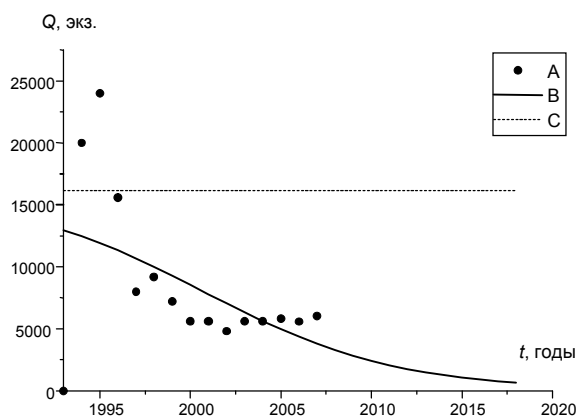


Рис. 3. Функция жизненного цикла журнала «Медицина»:

A — статистические данные; B — функция жизненного цикла; C — асимптота ($a = 16\,155$)

На рис. 3 приведен пример значительного сокращения объемов выпуска журнала. Такая форма функции жизненного цикла характерна для журналов, выпускаемых с начала 90-х гг. и ранее (это журналы «Медицина», «Вопросы организации и информатизации здравоохранения», «Здравоохранение», «Медицинские новости»). Тем не менее, за последние 5–6 лет годовые тиражи данных журналов начали увеличиваться, т.е. можно говорить, что ситуация стабилизировалась, но значительного наращивания объемов выпуска не произошло.

У некоторых журнальных изданий наблюдается кратковременное сокращение годовых тиражей с последующим наращиванием объемов выпуска (рис. 4). Согласно предыдущим исследованиям [5], кратковременное снижение тиражей журнала можно было бы считать выбросами случайной величины. Однако более целесообразно предположить, что кризис в развитии журнала (этап спада) может послужить началом его нового жизненного цикла. В данном случае стадия спада совпадает со стадией внедрения нового жизненного цикла.

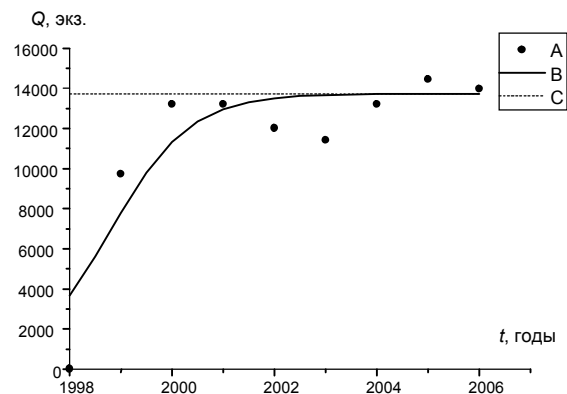


Рис. 4. Функция жизненного цикла журнала «Медицинские знания»:

A — статистические данные; B — функция жизненного цикла; C — асимптота ($a = 13\,727$)

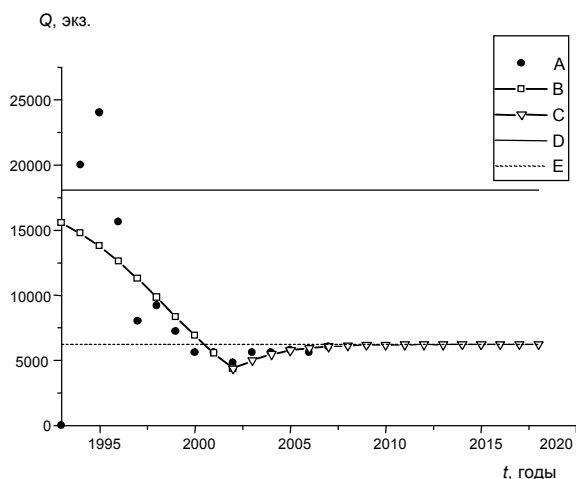


Рис. 5. Функции жизненного цикла журнала «Медицина»:

- A — статистические данные;
- B — функция первого жизненного цикла;
- C — функция второго жизненного цикла;
- D — асимптота первого жизненного цикла ($a_1 = 18\ 079$);
- E — асимптота второго жизненного цикла

В таком случае представляется более корректным проводить построение не глобальной функции жизненного цикла, а двух функций жизненного цикла журнала. Примеры построения двух функций жизненного цикла для журналов «Медицина» и «Медицинские знания» приведен на рис. 5–6.

Для журнала «Медицина» первая функция жизненного цикла описывает стадию спада, вторая — роста и насыщения.

Мероприятия, проводимые для так называемого «оздоровления» журнала определяют величину потенциала, закладываемого для дальнейшего развития журнала. Из рис. 6 видно, что асимптота второй функции жизненного цикла журнала «Медицинские знания» увеличилась незначительно и потенциал был исчерпан уже через 3 года (т.е. имеет место сокращение продолжительности как самого жизненного цикла журнала, так и его отдельных стадий).

В качестве мероприятий по оздоровлению журнала могут выступать:

1. Совершенствование содержательного наполнения журнала:

- привлечение в качестве авторов и рецензентов известных ученых;
- поиск квалифицированных и талантливых редакторов;
- освещение актуальных проблем отрасли, инновационных разработок и т.п.;
- проведение аналитической работы в области специализации журнала (научные исследования, аналитические обзоры состояния отрасли и т. п.);
- выпуск справочных изданий, каталогов и др. сопутствующих изданий по тематике журнала.

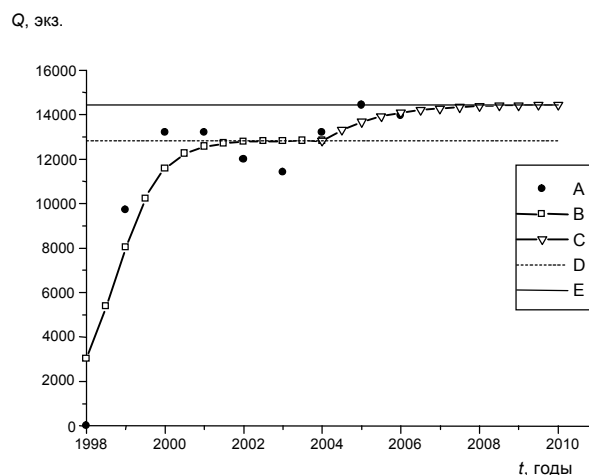


Рис. 6. Функции жизненного цикла журнала «Медицинские знания»

- A — статистические данные;
- B — функция первого жизненного цикла;
- C — функция второго жизненного цикла;
- D — асимптота первого жизненного цикла ($a_1 = 12\ 822$);
- E — асимптота второго жизненного цикла ($a_2 = 14\ 450$)

Таким образом, журнал становится своеобразным информационным центром, в котором специалист конкретной области может найти интересующую его информацию или получить ссылки для доступа к ней.

2. Улучшение дизайна и верстки журнала.

3. Оптимизация организационной структуры редакций журналов: создание издательских холдингов, которые взяли бы на себя решение организационных вопросов (руководство общими отделами: дизайна, верстки, маркетинга), предоставив редакции возможность творческой работы.

4. Активизация маркетинговых исследований и рекламы журнала, использование возможностей сети Интернет (создание сайтов журналов, активизация распространения и др.).

Данные мероприятия проводятся с целью повышения конкурентоспособности журнала и достижения социально доступных цен.

Рассмотрим идеальную модель развития журнала.

Существует 3 уровня позиционирования журнала по территориальному признаку: региональный, республиканский и международный. Очевидно, переход журнала на более высокий уровень позиционирования сопровождается его переходом на новый виток жизненного цикла. Подобный переход влечет за собой значительное увеличение круга читателей журнала, а, следовательно, увеличивается и асимптота функции жизненного цикла журнала. Оптимальным представляется увеличение асимптоты жизненного цикла в 2–3 раза по сравнению с ее предыдущим значением.

Если редакции журнала, развитие которого находится на стадии насыщения или спада, уда-

лось изыскать средства и найти способ преодоления кризис в развитии журнала, то ожидается наращивание объемов выпуска журнала и максимально возможное продление стадий роста и зрелости нового витка жизненного цикла.

На рис. 7 смоделирован сценарий идеального развития журнала «Иммунопатология, аллергология и инфектология», который издается совместно Витебским и Московским медицинскими университетами и имеет статус международного рецензируемого научно-практического журнала. Однако в настоящее время журнал находится на стадии насыщения, и его асимптота едва соответствует уровню регионального журнала.

Чтобы определить желательные значения асимптоты функции жизненного цикла можно воспользоваться статистическими данными о количестве специалистов конкретной отрасли, однако увеличение асимптоты более чем в 3 раза не представляется возможным.

В связи с этим из рис. 7 видно, что для журнала «Иммунопатология, аллергология и инфектология» асимптоты каждого последующего жизненного цикла увеличиваются в 3 раза, но меньше рекомендуемых значений.

Таким образом, по работе можно сделать следующие выводы:

1. В данной работе были проанализированы наиболее характерные функции жизненного цикла белорусских медицинских журналов, большинство которых находится в настоящее время на стадии насыщения.

2. Замедление темпов роста и сокращение тиражей журнала свидетельствует о переходе журнала к новому жизненному циклу развития. Причем будет это развитие продолжительным или потенциал будет быстро исчерпан, зависит

от эффективности оздоровительных мероприятий, проводимых редакцией, и от способности редакции выработать принципиально новые подходы в своей деятельности.

3. Исходя из потребности удовлетворения спроса на специализированные журнальные издания, предложен подход к моделированию инновационной стратегии управления жизненным циклом журнала с увеличением асимптоты функции жизненного цикла в 2-3 раза при переходе на новый уровень позиционирования.

Литература

1. Ничипорович, С. А. Управление издательско-полиграфическим комплексом: организационно-экономические аспекты / С. А. Ничипорович, М. И. Кулак, А. В. Неверов. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 304 с.

2. Материалы коллегии Министерства информации Республики Беларусь по итогам работы в 2006 году. — Минск: М-во информации. 2007. — 144 с.

3. Кулак, М. И. Обобщенная модель жизненного цикла печатной продукции / М. И. Кулак, Н. М. Семеняко, Н. Э. Трусевич // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — 2006. — Вып. XIV. — С.129–132.

4. Летапіс перьядычных выданняў Беларусі, 2006: стат. зб. / Нац. кн. палата Беларусі; склад. І. Г. Бабарыка, А. У. Сташкевіч. — Мінск: НКП Беларусі, 2007. — 100 с.

5. Кулак, М. И. Анализ устойчивости статистической модели жизненного цикла печатной продукции к изменению набора данных / М. И. Кулак, Н. М. Семеняко // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — 2007. — Вып. XV. — С. 69–72.

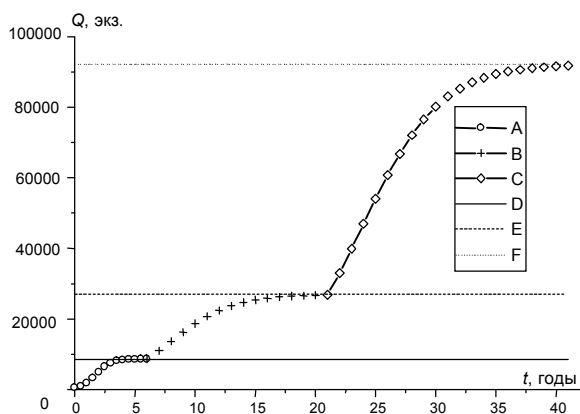


Рис. 7. Инновационная стратегия управления жизненным циклом журнала:

A — функция первого жизненного цикла;

B — функция второго жизненного цикла;

C — функция третьего жизненного цикла;

D — асимптота первого жизненного цикла ($a_1 = 8377$);

E — асимптота второго жизненного цикла ($a_2 = 26\,943$);

F — асимптота второго жизненного цикла ($a_3 = 92\,245$).

Трусевич Н. Э., старший преподаватель; Барушко О. В., инженер

БАЛАНС ВЫПУСКА ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ И ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

The article is devoted to problems of increase of efficiency of use of economic-geographical potential of regions of Belarus. The balance of manufacturing of a printed products and its regional distribution is considered. Dynamics of release of the basic kinds of a printed products in regions is analyzed and the forecast of its change with use of statistical model of life cycle is calculated. The developed imitating models can be used for elaboration of optimum strategy of development of the printing industry in regions of Belarus.

Изменение геополитического положения Беларуси, процессы глобализации и регионализации, переход развитых государств к постиндустриальной стадии объективно диктуют необходимость изменений в отраслевой структуре хозяйства страны.

Сдвиги в отраслевой структуре хозяйства по-разному проявляются в регионах и становятся наиболее существенным фактором в изменении уровней их социально-экономического развития и территориальной структуры [1].

Необходимость выработки оптимальной региональной политики, учитывающей дифференциацию объективных предпосылок социально-экономического развития регионов, обусловила появление оценок их инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности, определения их рейтингов, ранжирования по приоритетности развития [1].

Предполагается, что разрабатываемые в этом плане мероприятия должны быть направлены на ускоренное формирование новых производств, базирующихся на использовании собственных природных, интеллектуальных, инфраструктурных ресурсов, созданного производственного потенциала, выгод экономико-географического положения, а также на опережающие темпы роста сферы услуг.

Перечисленные направления активизации использования экономико-географического потенциала регионов Беларуси в той или иной мере связаны также и с полиграфической промышленностью, повышением эффективности реализации ее производственного потенциала. Объясняется это тем, что полиграфические предприятия занимают важное место среди промышленных предприятий и предприятий сферы услуг в регионах.

В отличие от других подотраслей издательско-полиграфического комплекса (ИПК) полиграфическая промышленность является наиболее фондо- и материалоемкой отраслью и по этой причине она имеет наименьшую мобильность на рынке услуг [2]. Вместе с тем, произошедшие в последнее десятилетие фундаментальные изменения в полиграфической технологии, связанные в первую очередь с внедрением цифрового оборудования, существенно меняют структуру и принципы

формирования предприятий отрасли. В первую очередь это касается малых и средних предприятий, которые и составляют основу региональной полиграфии.

Необходимо отметить, что региональные аспекты развития полиграфической промышленности Беларуси, динамика изменения ее продукционной структуры в последнее десятилетие исследованы недостаточно. Это обстоятельство может создать определенные проблемы, как с точки зрения регионального планирования, так и при определении стратегии развития ИПК Беларуси на ближайшие десятилетия.

Целью данной работы является рассмотрение баланса выпуска основных видов печатной продукции с учетом регионального распределения, а также построение имитационных моделей для прогнозирования развития полиграфической промышленности в регионах.

Баланс выпуска печатной продукции полиграфической промышленностью Беларуси. Баланс выпуска основных видов продукции в краско-оттисках и листах-оттисках в 2006 г. с распределением по регионам представлен в таблице. При ее составлении использованы данные [3].

Анализ структуры выпуска печатной продукции по видам показывает, что практически половину всего объема продукции составляют газеты (49%). Далее следует книжная продукция — 25%, затем упаковочная — 9%, прочая — 5%, бланочная и журнальная — по 4%, этикеточная — 3%, красочно-изобразительная (листовая) — 1%.

Необходимо отметить, что за последние шесть лет продукционная структура ИПК существенно изменилась. Во-первых, по сравнению с 2000 г. общий объем выпуска продукции возрос в 1,9 раза с 2449,8 до 4609,6 млн. листов-оттисков [2].

Во-вторых, изменилось соотношение видов продукции. В 2000 г. более половины продукции — 60,6% составляли книжные издания. Второе место занимали газеты — 12,4%, далее шла красочно-изобразительная продукция — 10,2%. Сложившаяся тенденция изменения продукционной структуры, даже с учетом роста выпуска продукции, не может быть признана положительной в целом.

Выпуск печатной продукции в регионах

Вид печатной продукции	Единицы изм., млн.	Минск	Брестский регион	Витебский регион	Гомельский регион	Гродненский регион	Могилевский регион	Минский регион	Всего
Всего	кр.-отг.	8827,500	236,039	384,852	331,164	154,832	215,328	190,632	10340,347
	л.-отг.	3669,653	161,474	242,169	220,298	88,854	107,197	119,934	4609,580
Газеты	кр.-отг.	3715,619	166,602	213,237	224,214	83,132	120,348	30,028	4553,180
	л.-отг.	1711,981	112,783	118,505	166,069	47,287	66,908	26,666	2250,199
Книжная	кр.-отг.	1873,401	11,178	31,120	1,107	1,227	0,029	5,034	1923,096
	л.-отг.	1094,196	7,522	27,909	0,859	1,054	0,008	4,514	1136,062
Журнальная	кр.-отг.	344,552	2,509	2,827	12,448	1,049	0,000	0,348	363,733
	л.-отг.	188,727	0,926	2,823	10,34	0,47	0,000	0,183	203,469
Изобразительная	кр.-отг.	101,455	6,051	3,103	4,147	1,923	2,908	11,560	131,147
	л.-отг.	30,517	2,051	1,083	1,513	0,636	1,012	5,042	41,854
Этикеточная	кр.-отг.	543,763	12,963	0,838	24,257	21,031	0,453	22,935	626,240
	л.-отг.	118,652	5,055	0,411	7,638	7,281	0,208	11,133	150,378
Упаковочная	кр.-отг.	1957,923	0,648	15,080	13,314	1,747	0,075	8,572	1997,359
	л.-отг.	376,247	0,2	4,272	2,915	0,691	0,019	5,615	389,959
Бланочная	кр.-отг.	88,430	26,692	28,131	16,559	21,646	34,393	33,440	249,291
	л.-отг.	68,608	26,108	24,359	15,412	20,805	18,973	30,187	204,452
Прочая	кр.-отг.	202,357	9,396	90,516	35,118	23,077	57,122	78,715	496,301
	л.-отг.	80,727	6,829	62,807	15,552	10,63	20,069	36,594	233,208

Из таблицы видно, что территориальное распределение полиграфического производства по показателю «выпуск продукции» является существенно неравномерным. Так около 80% печатной продукции производится в г. Минске. Если же рассматривать регионы, то наибольший вклад, около 5%, вносят Витебская и Гомельская области. Затем следуют Брестский и Минский регионы, объемы выпуска продукции в которых составляют 3,5 и 2,5% соответственно. Объемы полиграфического производства в Могилевской и Гродненской областях примерно равны и составляют около 2%.

Анализ региональной динамики выпуска основных видов печатной продукции. Далее рассмотрим более подробно динамику выпуска отдельных видов продукции. Начнем с книжной продукции, как традиционной и наиболее социально значимой.

Всего в Беларуси в 2007 г. издано 12 565 наименований книжной продукции общим тиражом 49,8 млн. экз. По сравнению с 2006 г. количество названий увеличилось на 8,6%, тираж уменьшился на 4,2%. Прогноз динамики выпуска книг и брошюр в целом по стране на ближайшие десятилетия представлен на рис. 1. При расчете прогноза изменения динамики выпуска книг использовалась статистическая модель жизненного цикла [4].

В качестве положительного факта можно отметить, что, начиная с 1991 г., количество наименований выпущенных книг в Беларуси возросло с 2432 до 12565, т. е. в 5,2 раза. Если соотнести этот показатель с количеством населения, то Беларусь занимает лидирующие позиции не только по отношению к России и Украине, но и по отношению ко многим экономически развитым странам Европы и мира [2, 5].

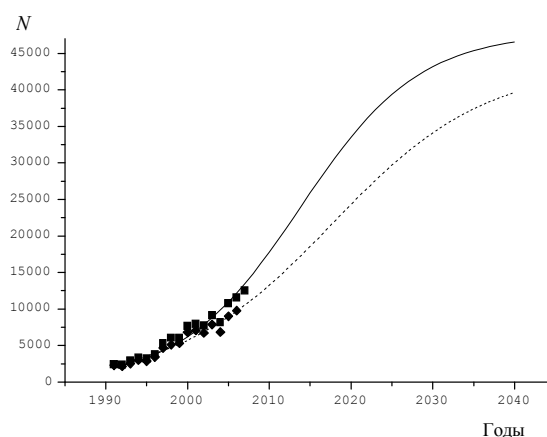


Рис. 1. Прогноз динамики выпуска книг в Беларуси и г. Минске: — — Беларусь; - - - - г. Минск

Логистическая функция представляющая на рис. 1 прогноз изменения количества выпущенных книг показывает, что в ближайшие годы интенсивный рост данного показателя продолжится. К 2015 г. произойдет его удвоение и будет достигнуто значение 25 000 наименований книжной продукции. В 2025 г. этот показатель будет близок к 40 000 наименований. Таким образом, если достигнутые в настоящее время темпы развития книжного производства сохранятся, то Беларусь прочно займет почетное место среди лидеров мирового книгоиздания.

Рассмотрим, из чего складываются эти данные. Безусловным лидером отечественного книгоиздания является г. Минск. Как видно на рис. 1, эта роль у него сохранится и в дальнейшем. Однако сохранение существующих темпов роста книгоиздания и их наращивание может быть достигнуто не за счет работы на внутреннем книжном рынке, а в результате активного включения в международное разделение труда. По мнению, высказанному в [1], внутренние ресурсы развития г. Минска практически исчерпаны. Наращивание потенциала развития может быть обеспечено в результате включения в «сеть восточноевропейских столиц».

Серьезную роль в развитии отечественного книгоиздания должны сыграть регионы. Анализ показывает, что часть из них накопила хороший потенциал для устойчивого развития книгоиздания в ближайшие годы. На рис. 2 приведен прогноз динамики выпуска книг в Гомельском и Гродненском регионах. Гомельский регион традиционно считается индустриально развитым, что создает более благоприятные условия для развития книгоиздания. Вместе с тем, опыт Гродненского региона показывает, что данное преимущество не является определяющим и успех может быть достигнут при надлежащем отношении к проблеме.

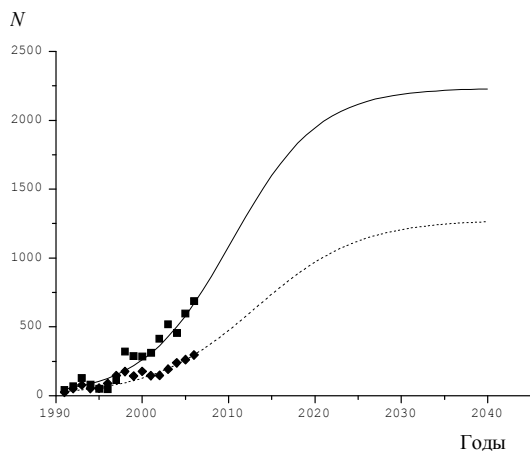


Рис. 2. Прогноз динамики выпуска книг в регионах: — — Гомельский; - - - - Гродненский

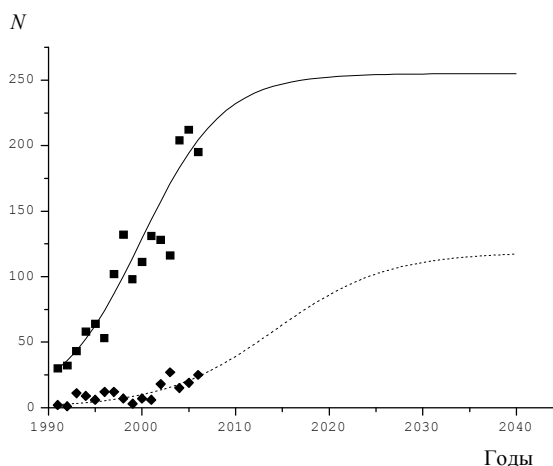


Рис. 3. Прогноз динамики выпуска книг в регионах: — — Могилевский; - - - - Минский

На рис. 3 приведен прогноз динамики выпуска книг в Могилевском и Минском регионах. С точки зрения наличия ресурсов, данные регионы занимают в стране полярные позиции. Могилевский регион является наименьшим по территории и населению. На рис. 3 видно, что развитие книгоиздания происходило импульсами. В настоящее время формируется третий этап, который и определит потенциал развития на перспективу.

Книгоиздание в Минском регионе испытывает сильное воздействие столицы, как ведущего издательского центра, что и определяет его нынешнее состояние. С другой стороны, регион является наибольшим по территории и населению, в нем имеются крупные промышленные центры республиканского значения. Все это создает реальные предпосылки для развития книгоиздания.

Прогноз динамики выпуска книг в Брестском и Витебском регионах приведен на рис. 4.

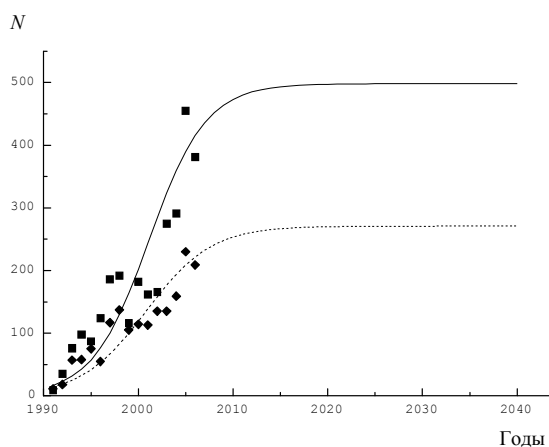


Рис. 4. Прогноз динамики выпуска книг в регионах: — — Витебский; - - - - Брестский

На рис. 4 видно, что динамика данного показателя в этих регионах характеризуется нестабильностью — имеются периоды спада и подъема. Как показывает прогноз, количество наименований книг в Брестском и Витебском регионах практически достигло своего максимального значения. Поэтому необходима разработка комплекса мероприятий по накоплению потенциала развития и повышению эффективности книгоиздания в данных регионах.

Далее рассмотрим динамику количества наименований и тиражей газетной продукции. Как отмечалось в [2], основной проблемой газетного производства является его низкая концентрация. В 2000 г. количество наименований газет составляло 326, а на 1 млн. населения приходилась 31 газета, что в 10 раз превышает аналогичные показатели в экономически развитых странах. Однако рост продолжился и в 2004 г. уже было зарегистрировано 919 газет. В последующие годы началось постепенное уменьшение этого показателя, в 2007 г. он составил 706 наименований.

В динамике тиражей газетной продукции, начиная с 1995 г. можно констатировать наличие двух этапов развития. Первый этап продолжался до 1999 г. За это время тиражи выросли с 118,8 до 156,3 млн. экземпляров в 1998 г. Далее наступил спад до 139,6 млн.

Второй этап начался в 2000 г., тиражи постоянно растут, в 2007 г. было достигнуто значение в 345,2 млн. экземпляров. Прогноз показывает, что период интенсивного роста данного показателя может продолжиться до 2015 г. и будет достигнуто значение 480 млн. экземпляров, далее темпы роста начнут замедляться. Асимптотическое значение для данного этапа развития газетного производства составляет 570 млн. экземпляров, соответственно удельное значение на 1 млн. населения будет около 60 экземпляров, что пока еще в 5 раз меньше, чем в экономически развитых странах [2].

Право печатать газеты в соответствии с лицензией имеют 60 типографий, 24 из них это узлы печатания газет образованные в результате укрупнения газетного производства [2]. Распределение данных типографий по регионам следующее: Гомельский регион — 22%; Брестский — 17%; г. Минск и Минский регион по 15%; Витебский регион — 13%; Гродненский — 12%; Могилевский — 7%. С точки зрения производственной мощности газетного производства безусловным лидером является столица, региональные типографии имеют примерно одинаковую или сопоставимую мощность.

Состояние и направления развития журнального производства подробно рассматривались в [6]. За последние годы здесь произошли некоторые изменения. Количество наименований зарегистрированных журналов после резкого снижения с 531 в 2004 г. до 395 в 2005 г., в последующие годы после-

довательно увеличивалось и к началу 2008 г. достигло значения 521 наименование. Вместе с тем, проблемы, обсуждавшиеся в [6], пока что не решены. В первую очередь это нерациональная структура номенклатуры издаваемых журналов, больше половины из которых составляют производственно-практические и популярные журналы. Нуждается в серьезной корректировке и территориальная структура, практически 90% журналов издаются в г. Минске. В этих условиях стоит задача формирования регионального журнального издательского сектора.

Обобщение результатов анализа. Как правило, экономико-географические показатели изменяются под воздействием внешних и внутренних факторов. За рассматриваемый период они менялись в разных направлениях, однако в целом для динамики этих показателей характерна неустойчивость и цикличность. Таким образом, необходимо оперативно и всесторонне анализировать деятельность отдельных полиграфических предприятий и отрасли в целом, чтобы отслеживать динамику основных показателей и выявлять тенденции в различных направлениях функционирования издательско-полиграфического комплекса. Это позволит повысить его потенциал и избежать в дальнейшем неблагоприятных явлений.

Литература

1. Войтов, И. В. Регионы Беларуси на современном этапе: экономико-географический анализ и прогноз инвестиционно-инновационного развития / И. В. Войтов, Л. В. Козловская // Вестник БГУ. Серия 2. Химия. Биология. География. — 2006. — № 3. — С. 84–91.
2. Ничипорович, С. А. Организационное управление в полиграфической промышленности / С. А. Ничипорович, М. И. Кулак, Н. Э. Трусевич. — Смоленск: Русич, 2004. — 336 с.
3. Материалы коллегии Министерства информации Республики Беларусь по итогам работы в 2006 году. — Минск: М-во информации, 2007. — 144 с.
4. Кулак, М. И. Обобщенная модель жизненного цикла печатной продукции / М. И. Кулак, Н. М. Семеняко, Н. Э. Трусевич // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — 2006. — Вып. XIV. — С. 129–132.
5. Трусевич, Н. Э. Состояние и тенденции развития полиграфической подотрасли издательско-полиграфического комплекса Беларуси / Н. Э. Трусевич, О. В. Барушко, Л. А. Поддубная // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — 2007. — Вып. XV. — С. 80–86.
6. Ничипорович, С. А. Направления развития и реструктуризация журнального подкомплекса ИПК Беларуси / С. А. Ничипорович, Л. В. Феликсова // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — 2004. — Вып. XII. — С. 101–104.

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ОБОЕВ

Principles of all-round evaluation of consumer properties of wallpaper are proposed. Expediency quotient of production output is calculated on the basis of technical, aesthetic and economic parameters.

В настоящее время на белорусском рынке представлен широкий ассортимент разного вида обоев. В первую очередь это продукция крупнейших белорусских специализированных объединений «Белорусские обои» и «Гомель-обои». В то же время достаточно широко представлена и продукция импортного производства. Обои из Германии, Англии, Голландии, Польши и других стран представлены в наших магазинах достаточно давно, в последнее время заметно увеличился импорт из стран СНГ, особенно Украины, Казахстана. Белорусские обои конкурируют с продукцией импортного производства как на внутреннем, так и на внешнем рынке. В этой связи особо актуальными являются задачи исследования и прогнозирования покупательского спроса на нашу продукцию.

Еще не так давно белорусские обои представляли собой в основном негрунтованные, преимущественно однослойные, и некоторые виды грунтованных обоев и были ориентированы в основном на непритязательных покупателей с невысоким уровнем достатка. То за последние годы нашими предприятиями освоено выпуск новой разнообразной продукции. Это обои тисненые дуплекс глубокой печати и флексопечати, пенообои с применением различных отделочных материалов, обои водостойкие, гофрированные. Для улучшения эстетического вида обоев применяются специальные виды отделки: интерференционные и металлимитационные перламутровые пигменты (ириодины), металлосодержащие краски, голографические и цветные блестки (глитер), экологически безопасные лаки [1, 2].

Для этого предприятия оборудованы печатными машинами ведущих западных фирм, стали шире использоваться высококачественные материалы, большое внимание уделяется разработке дизайна.

Разумеется, повышение качества продукции влечет за собой увеличение затрат на ее производство, а соответственно и рост отпускной цены. И, хотя обои пользуются устойчивым и мало подверженным каким-либо экономическим изменениям спросом, современный покупатель предъявляет серьезные требования как к дизайну, так и к эксплуатационным характеристикам обоев. За качественный товар люди готовы заплатить больше, но, естественно, среди однотипной продукции предпочтение будет отдано более дешевой.

При сравнении качественных показателей белорусских обоев с аналогичной продукцией конкурентов очень важно определить оптимальный уровень затрат.

В связи с этим предлагается анализ потребительских свойств обоев производится по методу функционально-стоимостного анализа. При этом учитываются технические, эстетические и экономические показатели обоев.

Основой метода является определение эффективности производства как отношения полезного результата к затратам. Полезный результат это технические и эстетические свойства, в качестве экономических потребительских свойств будет выступать себестоимость. Комплексный показатель, позволяющий учитывать все эти свойства — коэффициент целесообразности выпуска продукции, который вычисляется по следующей формуле:

$$K_{ц} = (K_{т} + K_{э}) / C, \quad (1)$$

где $K_{т}$ и $K_{э}$ — коэффициенты оценки технических и эстетических потребительских свойств соответственно; C — себестоимость.

Технические показатели измеряются в единицах, соответствующих конкретной технической характеристике, эстетические оценки являются качественными и могут быть получены путем экспертного опроса, себестоимость является денежной величиной. Для комплексной оценки все полученные данные должны быть предварительно переведены из конкретных единиц измерения в безразмерную шкалу, единую для всех показателей.

Кроме того, степень значимости каждого показателя может быть различной. Даже для одной и той же продукции, предназначенной для той или иной категории покупателей, наиболее важными оказываются разные потребительские свойства. Такие коэффициенты весовости могут быть применены ко всей группе свойств, в этом случае их будет три: для технических, эстетических и экономических характеристик. Но более детальный анализ основан на использовании своего коэффициента весовости для каждой отдельной оценки.

Такая методика, разработанная для книжных изданий [3], может быть применена и для оценки обоев.

Пусть количество анализируемых технических, эстетических и экономических показателей обоев равно соответственно n_1 , n_2 и n_3 .

Тогда формула (1) примет вид

$$K_{Ц} = \frac{\sum_{i=1}^{n1} (K_{Ti} \cdot KB_{Ti}) + \sum_{i=1}^{n2} (K_{Эi} \cdot KB_{Эi})}{\sum_{i=1}^{n3} (C_{Ti} \cdot KB_{Ci})}, \quad (2)$$

где KB_T , $KB_{Э}$ и KB_C — коэффициенты весомости технических, эстетических оценок и себестоимости соответственно.

Следует заметить, что все параметры формулы (2) взаимосвязаны. Так, например, дополнительная отделка обоев может улучшить их прочностные свойства, но негативно сказаться на экологичности. Большая высота поднятия пенокраски улучшает их внешний вид, делая обои более рельефными, но при этом может снизиться их устойчивость к истиранию.

Рост оценок потребительских свойств, которые учитываются в числителе формулы (2), обычно сопровождается ростом себестоимости, то есть увеличением знаменателя. Таким образом, величина коэффициента целесообразности изменяется в относительно небольших пределах. Целесообразность производства простых и дешевых обоев может быть такой же, как для высококачественной дорогой продукции.

Рассчитанные для исследуемой группы образцов $K_{Ц}$ сравнивают со средним значением. Обои, для которых $K_{Ц}$ ниже среднего уровня, требуют дополнительной работы по улучшению потребительских свойств на основе детального анализа всего процесса производства. В крайнем случае, может быть сделан вывод о нецелесообразности выпуска такой продукции.

Продемонстрируем вычисление коэффициента целесообразности на конкретном примере.

Для исследования были выбраны обои марки С артикулов 16, 4, 4Н, 1 и марки В артикула 2 разного дизайна*.

Обои С16 представляет собой обои глубокой печати рельефные, профильные с двумя пенокрасками и глиттером (цветные блестки), с повышенными эстетическими свойствами; С1 — обои глубокой печати рельефные, тисненые, окрашенные. Обозначение С4 соответствует обоям глубокой печати рельефным, профильным, вспененным с применением краски-глиттер; С4Н в дополнение к перечисленным характеристикам имеют повышенные эстетические свойства. Маркировка В2 соответствует гладким обоям глубокой печати, водостойким при эксплуатации.

Все эксперименты, результаты которых были использованы в качестве исходных данных

для расчетов, проводились в соответствии с ГОСТ 6810–2002 [2].

Основными техническими показателями обоев являются устойчивость к истиранию и разрушающее усилие во влажном состоянии.

Для определения разрушающего усилия во влажном состоянии полоски для испытаний, размером 15×150 мм, отрезают от каждого отобранного листа из разных мест по ширине полотна обоев; образцы перед испытанием выдерживают в ванночке с дистиллированной водой (при полном погружении полосок) в течение 300 ± 5 с. при температуре воды 23 ± 1 °С.

Затем испытываемый образец закрепляют в зажимах разрывной машины РМБ-10-2М так, чтобы прилагаемая сила была направлена параллельно его краям. Разрыв образца должен произойти через 20 ± 5 с. Показатель рассчитывают как среднее арифметическое значение из результатов измерения не менее 10 полосок, величину округляют до 1 Н. По ГОСТ 6810–2002 разрушающее усилие во влажном состоянии должно быть не менее 6 Н.

Для определения устойчивости обоев к истиранию используют прибор ИКБ-3м, обеспечивающий возвратно-вращательное движение диска, угол поворота диска 300°, число поворота диска на 300° в минуту — 23,5. Из отобранной пробы ножницами вырезают шесть круглых образцов диаметром 120 мм. Из листа поролон вырезают ножницами круг диаметром 50 мм и при помощи зажимного кольца закрепляют его на стержне рычага. Испытаниям подвергаются пять образцов, шестой образец (контрольный) оставляют для сравнения при оценке результатов испытаний. Испытываемый образец помещают на диск прибора и зажимают накладным кольцом. На стержне истирающего узла помещают груз массой 100 г. Погрешность груза не должна превышать ±3%.

После нанесения на поверхность зоны истирания испытательной среды (кроме обоев марки С) опускают истирающую головку с грузом и включают двигатель для возвратно-вращательного движения диска. Образцы обоев марки С подвергают сухому истиранию пенополиуританом в отсутствие испытательной среды. Одно вращательное движение диска принимается за один цикл. Согласно ГОСТ 6810–2002, обои должны выдерживать не менее шести циклов истираний.

Средние результаты по десяти измерениям разрушающего усилия во влажном состоянии и по шести измерениям устойчивости на истирание для каждого из исследуемых образцов представлены в таблице 1. Там же дана величина себестоимости исследуемых обоев.

Эстетические свойства обоев желательно тоже разбивать на категории. Достаточно часто покупателю нравится рисунок, но не устраивает цветовое решение или наборот.

* Экспериментальный материал собран студенткой О. Ю. Богославской.

Таблица 1
Технические и экономические показатели

№	Арти-кул	Дизайн	Число истираний	Разруш. усилие, Н	Себестоимость, тыс.руб.
1	C16	Гламур	13	14	5,35
2	C16	Маэстро	13	14	5,35
3	C16	Роза	13	13	5,35
4	C16	Геометрия	14	14	5,35
5	C16	Барбара	14	13	5,35
6	C4	Тайга	13	12	4,37
7	C4	Сувенир	13	13	4,37
8	C4H	Адажио	14	13	4,74
9	C1	Маки	12	11	3,05
10	B2	Капитель	35	12	3,79
11	B2	Клубничка	16	14	3,79

Многие марки обоев выпускаются в различных цветовых гаммах, но обычно это два или три варианта. Тематика рисунка и колористика являются самостоятельными параметрами выбора обоев и на различных специализированных Интернет-сайтах. Таким образом, в качестве эстетических показателей обоев корректно выбрать два параметра: дизайн и колористика.

Для получения оценки исследуемых обоев по данным показателям был использован экспертный опрос. Опрос проводился среди потребителей продукции по 10-ти бальной шкале в ходе внешнего осмотра образцов обоев.

Чтобы рассчитать коэффициент целесообразности, нужно полученные технические и экономические оценки предварительно перевести из конкретных единиц измерения в безразмерную шкалу, единую для всех измерений.

При составлении таблицы перевода для технических показателей необходимо руководствоваться тем, что 1 балл соответствует худшему показателю, 10 — наилучшему, 5 баллов соответствует удовлетворительной оценке, ниже которой — брак [5]. С учетом этих требований для получения коэффициента, характеризующего разрушающее усилие во влажном состоянии, составлена таблица 2. Для коэффициента, оценивающего устойчивость обоев к истиранию $K_{уи}$ таблица аналогична.

Для нормирования величины себестоимости в [3] предлагается составить аналогичную таблицу, где 1 балл будет обозначать оценку

«чрезвычайно дорого», 10 баллов соответствовать оценке «почти даром», 5 — «приемлемо» и так далее.

Однако такой подход противоречит формуле (1), в соответствии с которой, при одинаковых технических и эстетических показателях снижение себестоимости должно приводить к росту коэффициента целесообразности. В связи с этим, при переводе в безразмерный вид экономических параметров 1 балл должен соответствовать минимальным, 10 баллов максимальным затратам.

Для рассматриваемого примера можно поступить проще, так как себестоимость исследуемых обоев находится как раз в пределах от 1 до 10 тыс. руб., то примем, что безразмерная оценка равна величине себестоимости, округленной до целого значения.

В соответствии с методикой оценки книжных изданий, оценки всех безразмерных параметров принято домножать на коэффициенты значимости каждого показателя для данного вида продукции.

Например, при оценке обоев, предназначенных для кухонь (марки В) эксплуатационные характеристики важнее, чем в случае обоев для гостиных. Для артикулов C16 и C4H (вспененные с блестками) эстетические показатели выступают на первое место. Обои артикула C1 можно отнести к группе относительно простой и дешевой продукции, определяющим фактором при выборе которых будет цена.

Вообще-то определение значения коэффициентов весомости для каждой категории обоев может выступать в качестве самостоятельной задачи, которая требует серьезных маркетинговых исследований. В частности, для ее решения, может быть применен экспертный опрос.

Рассматриваемый пример призван только продемонстрировать использование предлагаемой методики. Коэффициенты весомости взяты на основании предпочтений автора, как рядового потребителя.

Разумеется, для обоев одного артикула эти коэффициенты одинаковые. Сумма их должна быть равна 1.

В таблице 3 приведены безразмерные оценки для технических параметров и себестоимости, а также эстетические оценки, по данным экспертного опроса. Здесь же даны соответствующие коэффициенты весомости.

Таблица 2

Шкала перевода технических показателей в баллы

Баллы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Разрушающее усилие во влажном состоянии, Н	<2	3	4	5	6	7–8	9–10	11–12	13–14	>14

Коэффициенты оценки потребительских свойств

Группы		Техническая				Эстетическая				Экономическая		K _ц
№	Артикул	K _{py}	KB _{py}	K _{uy}	KB _{uy}	K _д	KB _д	K _к	KB _к	С	KB _с	
1	C16	9	0,2	9	0,1	9	0,25	9	0,25	5	0,2	7,2
2	C16	9	—	9	—	6	—	7	—	5	—	6,0
3	C16	9	—	9	—	10	—	10	—	5	—	7,7
4	C16	9	—	9	—	8	—	9	—	5	—	7,0
5	C16	9	—	9	—	9	—	9	—	5	—	7,2
6	C4	8	0,2	9	0,1	7	0,2	7	0,25	4	0,25	5,7
7	C4	9	—	9	—	7	—	7	—	4	—	5,9
8	C4H	9	0,2	9	0,1	8	0,25	8	0,25	5	0,2	6,7
9	C1	8	0,2	8	0,1	7	0,2	8	0,2	3	0,3	6,0
10	B2	8	0,2	10	0,3	6	0,15	7	0,15	4	0,2	8,2
11	B2	9	—	10	—	6	—	8	—	4	—	8,6

С учетом выбранных для анализа потребительских свойств, формула (2) для вычисления коэффициента целесообразности K_ц примет следующий вид

$$K_{ц} = \frac{K_{py}KB_{py} + K_{uy}KB_{uy} + K_{д}KB_{д} + K_{к}KB_{к}}{С \cdot KB_{с}} \quad (3)$$

где K_{py}, K_{uy}, K_д, K_к — безразмерные оценки разрушающего усилия во влажном состоянии, устойчивости к истиранию, дизайна, колористики; С — себестоимость, в баллах; KB_{py}, KB_{uy}, KB_д, KB_к, KB_с — коэффициенты весомости перечисленных параметров соответственно.

Результаты вычислений по формуле (3) для рассматриваемых образцов представлены в последнем столбце таблицы 3.

По полученным результатам можно предположить, что водостойкие обои марки В выпускать целесообразнее всего, а обои артикула С4 будут пользоваться наименьшим спросом. Однако, как уже отмечалось, система перевода в баллы и определение коэффициентов весомости рассмотрены упрощенно. Поэтому корректные сравнения можно делать только в пределах однотипных групп.

Сравнительный анализ полученных коэффициентов целесообразности позволяет выявить обои, «отстающие» от аналогичной продукции. Так, для артикулов С16 и С4Н, близких по параметрам, обои № 2 (дизайн «Маэстро») имеют наихудшее соотношение полезных качеств и цены. Наилучшие показатели в этой группе продемонстрировали обои № 3 («Роза»).

Для поиска путей повышения потребительских свойств продукции с относительно низким K_ц следует проанализировать возможности повышения качества и снижения затрат.

Если, например, у образца низкая оценка устойчивости к истиранию, особенно когда это весомый параметр, то следует детально про-

анализировать технологическую операцию нанесения покрытия; для повышения величины разрушающего усилия необходимо обратить внимание на качество бумаги; повысить эстетические показатели, можно переходом на другую цветовую палитру и так далее. На практике число параметров и их физический смысл могут быть и другими.

Комплексный анализ потребительских свойств печатных обоев на основе коэффициента целесообразности направлен на повышение качества и снижение себестоимости выпуска белорусских обоев и будет способствовать грамотному определению ассортимента выпускаемой продукции.

Литература

1. Белорусские обои. Предприятие. [Электронный ресурс] / ОАО «Белорусские обои» — Минск, 2001–2008. — Режим доступа: <http://www.oboi.by>. — Дата доступа 10.03.2008.
2. ОАО «Гомельобои» — официальный веб-сайт [Электронный ресурс] / ОАО «Гомельобои» — Гомель, 2000–2008. — Режим доступа: <http://www.gomeloboi.com>. — Дата доступа 10.03.2008.
3. Корнилов И. К. Конструктивно-технологические особенности книжных изданий. Системный подход. / И. К. Корнилов. — М.: Изд-во МГАП «Мир книги», 1995. — 56 с.
4. Обои. Технические условия: ГОСТ 6810–2002 (гармонизирован с ЕН 233–89/А1-96). — введ. 01.09.2003. — Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2003. — 21 с.
5. Моделирование технологических процессов полиграфического производства. Методические указания к курсовой работе по одноименному курсу для студентов специальности 1–47 02 01. / сост. М. И. Кулак, Т. А. Долгова, — Мн.: БГТУ, 2003. — 34 с.

УДК 658.5

Кулак М. И., профессор; Кулак Е. М., учащаяся

**ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА УРБАНИЗАЦИИ
НА ТЕРРИТОРИАЛЬНУЮ СТРУКТУРУ ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

The article is devoted to research of economic-territorial distribution of publishing in a context of process of a urbanization. In conditions of growth and development of greater cities in them there are new functions, their role as social and cultural centers increases. One of attributes of registration of the given status of greater cities is their becoming as leading regional publishing centers.

Издательская подотрасль традиционно занимает ключевую позицию в системе организационного управления издательско-полиграфическим комплексом (ИПК) [1]. Это положение объясняется ее ролью и влиянием на формирование материальных и финансовых потоков в ИПК.

В условиях транзитивной экономики процессы структурной перестройки резко активизируются. Реформирование существовавших в Беларуси к началу 90-х годов прошлого века издательств и издающих организаций осуществлялось по мере создания организационно-правовых предпосылок. Одновременно начался процесс либерализации рынка информационных услуг, что привело к появлению коммерческих издательств. Активизация процессов формирования общественных организаций и объединений привели к созданию некоммерческих издательств. Перечисленные процессы происходили неравномерно в разных секторах ИПК, наблюдались различия и в региональной динамике. Например, как было показано в [2] во второй половине 90-х годов рыночные преобразования в издательской подотрасли ИПК Беларуси на 3 года опережали аналогичные преобразования в полиграфической промышленности.

Что касается территориальной организации издательской деятельности, то динамика ее структуры системно не исследована. Необходимо отметить, что, несмотря на чрезвычайную важность, различным аспектам этой проблемы посвящено лишь несколько работ [1–4].

Так, в монографии [1] рассмотрена территориальная структура книгоиздания Беларуси. Проанализирована территориальная структура ИПК по показателю количества выпущенных книг и брошюр за 1993–1999 гг. Приведенные в [1] данные наглядно демонстрировали преимущественный выпуск книг и брошюр в г. Минске. Однако, начиная со второй половины 90-х годов, региональное книгоиздание начало все более активно заявлять о себе.

На общем фоне интенсивной урбанизации в условиях роста и развития больших городов у них появляются новые функции. Помимо лидер-

ства в промышленном и экономическом развитии регионов возрастает роль этих городов как социальных и культурных центров. Одним из признаков оформления этого статуса больших городов можно признать их становление как ведущих издательских центров в регионах.

Основная цель данной работы — исследование экономико-территориального распределения издательской деятельности в контексте процесса урбанизации.

Для процесса урбанизации в Беларуси, как отмечается в [5, 6], характерен ряд отличительных особенностей. Первой отличительной особенностью городского расселения является преобладание малых (до 20 тыс. населения) и средних (20–100 тыс.) городов — 67% от общего количества городских поселений.

В период интенсивной урбанизации (1960–1980 гг.) почти в 4 раза увеличилась численность больших (свыше 100 тыс.) городов. Высокая концентрация в них городского населения (67% от общего количества горожан) является второй характерной чертой, соответствующей мировым тенденциям урбанизации [5].

Динамика концентрации населения в больших городах (рост в 6,6 раза за 1959–2005 гг.) опережала общий рост городского населения (составивший за этот период 2,8 раза) в 2,3 раза. Средняя численность населения в городах этой группы возросла со 148 тыс. до 224 тыс. человек.

Однако при этом наблюдается запаздывание качественных перемен по сравнению с количественными переменами. До 60–70% прироста численности горожан обеспечивалось за счет миграции из сельской местности. В этих условиях включение в городской образ жизни выходцев из сельской местности идет замедленными темпами. В результате недостаточная зрелость городской социальной среды ощутимо влияет на процессы постиндустриальной трансформации.

Третьей отличительной особенностью урбанизации Беларуси является доминирующая роль в системе городского расселения Минской столичной агломерации — 25% от общего количества городского населения.

Существуют и другие особенности, которые оказывают влияние на территориальное размещение издательской деятельности. К ним можно отнести сохранение региональных различий в уровне процесса урбанизации для западных и восточных регионов при формировании «урбанизационно-коммуникационного каркаса».

Периферийное положение 4 (Брест, Витебск, Гомель, Гродно) из 6 областных центров как по отношению к территории страны, так и своих областей. С одной стороны, это снижает эффективность региональных связей, а с другой, стимулирует развитие новых региональных центров — Барановичей, Пинска, Полоцка, Мозыря, Лиды.

Особенностью процесса урбанизации является парное размещение ряда городских поселений — Полоцк/Новополоцк, Мозырь/Калинковичи, Солигорск/Старобин [5].

Динамику процесса урбанизации за последние 20 лет на примере больших городов показывают данные, приведенные в табл. 1.

Если принять в качестве ориентира 14,7% общего прироста городского населения за этот период, то опережающими темпами росло население в таких административных центрах как Минск, Брест и Гродно. Из 11 региональных промышленных и культурных центров, которые за этот период получили или близки к тому, чтобы получить статус больших городов, 9 имели опережающие темпы роста населения [7]. Таким образом, приведенные данные свиде-

Таблица 1

Динамика процесса урбанизации

Города	Население в 1985 г., тыс. чел.	Население в 2006 г., тыс. чел.	Прирост к 2006 г., %
Минск	1472,0	1797,5	22,1
Гомель	465,0	481,4	3,5
Могилев	343,0	369,2	7,6
Витебск	335,0	344,6	2,9
Гродно	247,0	321,8	30,3
Брест	222,0	303,0	36,5
Всего обл. центры:	1612,0	1820,0	12,9
Бобруйск	223,0	218,4	-2,1
Барановичи	149,0	168,0	12,8
Борисов	132,0	149,7	13,4
Орша	119,0	139,5	17,2
Пинск	109,0	129,9	19,2
Мозырь	93,0	111,7	20,1
Солигорск	85,0	100,8	18,6
Новополоцк	84,0	100,8	20,0
Молодечно	84,0	98,4	17,1
Лида	75,0	96,0	28,0
Полоцк	79,0	82,8	4,8
Всего пром. центры:	1232,0	1396,0	13,3
Всего Беларусь:	9942,0	9714,5	-2,3
Городское население, %	62,0	72,8	14,7

тельствуют о том, что процесс урбанизации проходит достаточно интенсивно, а это, в свою очередь, не может не порождать определенное напряжение в различных сферах жизни общества и государства.

Необходимость выработки оптимальной региональной политики, учитывающей дифференциацию объективных предпосылок социально-экономического развития регионов, обусловила появление оценок их инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности, определения их рейтингов, ранжирования по приоритетности развития, обоснования региональной инвестиционно-инновационной политики, мест размещения новых «полосов роста» — свободных экономических зон, технопарков, инвестиционных центров, наукоемких предприятий и организаций, туристических зон и других объектов [6].

Изменение геополитического положения Беларуси, процессы глобализации и регионализации, переход развитых государств к постиндустриальной стадии объективно диктуют необходимость изменений в отраслевой структуре хозяйства страны. Они должны быть направлены на ускоренное формирование новых производств, базирующихся на использовании собственных природных, интеллектуальных, инфраструктурных ресурсов, созданного производственного потенциала, выгод экономико-географического положения, а также на опережающие темпы роста сферы услуг.

Сдвиги в отраслевой структуре хозяйства по-разному проявляются в регионах и становятся наиболее существенным фактором в изменении уровней их социально-экономического развития и территориальной структуры [6].

Как уже отмечалось [4], развитие в регионах издательской деятельности является значимым индикатором, свидетельствующим о достижении достаточно высокого уровня социально-экономического развития, а также определенной самодостаточности в этом отношении. Последнее обстоятельство особенно важно с точки зрения обеспечения устойчивого развития регионов.

Рассмотрим более подробно некоторые показатели характеризующие издательскую деятельность. Важной статистической характеристикой состояния издательской подотрасли ИПК является количество выданных лицензий на осуществление издательской деятельности. За прошедшие 15 лет эти данные менялись следующим образом. Первое Положение о лицензировании издательской деятельности в Республике Беларусь было введено в действие в 1992 г. За период действия этого Положения (с 1992 по 1997 гг.) всего было выдано 1456 лицензий [1].

В июле 1997 г. вступило в действие второе Положение о лицензировании издательской деятельности. По этому Положению за период с 1997 по 2000 гг. было выдано 475 лицензий ново-

го образца. По состоянию на 1.05.2004 г. действовало 510 таких лицензий [5]. В декабре 2003 г. вступило в действие третье Положение о лицензировании издательской деятельности, которое было разработано в соответствии с Декретом Президента Республики Беларусь №17 «О лицензировании отдельных видов деятельности». Данные о действовавших по состоянию на 1.07.2007 г. лицензиях выданных в соответствии с этим Положением приведены в табл. 2. Таким образом, можно считать, что за последние десять лет количество субъектов хозяйствования осуществляющих издательскую деятельность в Беларуси стабилизировалось.

В табл. 2 видно, что подавляющее количество лицензий приходится на Минск — 82%. Суммарная доля всех остальных регионов составляет 18%. Среди регионов лидером является Гомельская область — 5%, доля остальных регионов изменяется в пределах 2–3%.

Распределение лицензий внутри регионов осуществляется следующим образом. Среди областных центров лидируют г. Могилев, на который приходится 75% от выданных в регионе лицензий, 71% лицензий приходится на г. Витебск. Наименьшее количество лицензий по отношению к районам было получено в г. Бресте — 35%. В основном лицензии в районах приходятся на крупные промышленные центры. Небольшие районные центры таких лицензий, как правило, не имеют.

Следует учитывать и количество населения в том или ином регионе, т. к. издательская продукция в основном рассчитана на индивидуальных потребителей. Из табл. 2 следует, что в среднем на 100 тыс. населения в регионах приходится 1–2

Таблица 2

Территориальное распределение лицензий на издательскую деятельность

Регион	Население, тыс. чел.	Кол-во лицензий / доля, %	Центр / доля, %	Районы / доля, %	Лиц. на 100 тыс. чел.
Минск	1798	$\frac{514}{82}$	—	—	30
Минский	1467	$\frac{14}{2}$	—	—	1
Брестский	1440	$\frac{20}{3}$	$\frac{7}{35}$	$\frac{13}{65}$	1
Витебский	1283	$\frac{21}{3}$	$\frac{15}{71}$	$\frac{6}{29}$	2
Гомельский	1476	$\frac{32}{5}$	$\frac{22}{69}$	$\frac{10}{31}$	2
Гродненский	1114	$\frac{17}{3}$	$\frac{11}{65}$	$\frac{6}{35}$	1
Могилевский	1137	$\frac{12}{2}$	$\frac{9}{75}$	$\frac{3}{25}$	1
Всего Беларусь:	9714	$\frac{630}{100}$	$\frac{64}{58}$	$\frac{38}{42}$	6

обходимо учитывать, что местные виды изданий выпускаются небольшими тиражами и имеют довольно малый объём. Следовательно, потребности населения в издательской продукции либо очень малы, либо в регионах этот вид деятельности развит недостаточно. В г. Минске данный показатель составляет 30 лицензий, что также нельзя считать нормой.

Одной из проблем, которые необходимо в этом плане решить, это добиться более сбалансированного распределения лицензий между г. Минском и регионами, а в регионах между их центрами и районами. Существуют примеры и мировая практика, когда эта задача решается путем регулирования на общегосударственном и региональном уровнях.

Основные виды издательской продукции имеют разный уровень распространённости и в определенной мере можно сказать популярности в различных регионах Беларуси. Территориальное распределение выпуска основных видов издательской продукции характеризуют данные, приведенные в табл. 3.

Из табл. 3 следует, что в целом по Беларуси наиболее часто в лицензиях устанавливается право на издание следующих видов литературы: справочной — 19,9%, рекламной — 17,2%, производственно-практической — 13,4%.

Фактически данных три вида можно сказать функциональной литературы охватывают половину от общего количества запросов на конкретные виды издательской деятельности в стране. Другими словами, они формируют доминанту спроса, так как ее понимают обладатели лицензий.

Наименее часто запрашивается право на издание следующих видов литературы: официальной — 1,0%, религиозной — 0,7%, массово-политической — 0,6%. В сложившейся ситуации данную литературу издают преимущественно государственные либо общественные организации.

Обращают на себя внимание еще два факта. Доля лицензий с правом издания научной и научно-популярной литературы составляет практически 20%, что можно считать приемлемым. Но 5,2% лицензий, относящихся на литературно-художественные издания, находятся в противоречии с уровнем развития в стране не только литературы, но и культуры в целом.

Региональное распределение видов издательской продукции в общих чертах повторяет республиканское. Вместе с тем есть некоторые особенности. Например, в Гомельской области, как в одном из наиболее индустриально развитых регионов, достаточно большое внимание уделяется изданию научной и научно-популярной литературы. В Гродненской области при доминировании рекламной и справочной литературы все остальные виды издательской продукции сбалансированы.

Таблица 3

Территориальное распределение по видам издательской деятельности

Регион	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Всего
Минск,	25	170	245	<u>286</u>	119	109	15	<u>426</u>	257	116	<u>363</u>	15	514
%	4,9	33,1	47,7	<u>55,6</u>	23,2	21,2	2,9	<u>82,9</u>	50,0	22,6	<u>70,6</u>	2,9	
Минский,	0	1	1	7	2	1	0	<u>13</u>	<u>10</u>	3	<u>12</u>	0	14
%	0,0	7,1	7,1	50,0	14,3	7,1	0,0	<u>92,9</u>	<u>71,4</u>	21,4	<u>85,7</u>	0,0	
Брестский,	1	7	<u>11</u>	10	2	3	0	<u>17</u>	<u>11</u>	5	<u>15</u>	0	20
%	5,0	35,0	<u>55,0</u>	50,0	10,0	15,0	0,0	<u>85,0</u>	<u>55,0</u>	25,0	<u>75,0</u>	0,0	
Витебский,	0	8	11	<u>12</u>	3	8	0	<u>16</u>	11	4	<u>13</u>	2	21
%	0,0	38,1	52,4	<u>57,1</u>	14,3	38,1	0,0	<u>76,2</u>	52,4	19,0	<u>61,9</u>	9,5	
Гомельский,	0	15	16	<u>21</u>	4	10	1	<u>26</u>	12	4	<u>21</u>	0	32
%	0,0	46,9	50,0	<u>65,6</u>	12,5	31,3	3,1	<u>81,3</u>	37,5	12,5	<u>65,6</u>	0,0	
Гродненский,	0	4	4	4	0	4	0	<u>10</u>	6	3	<u>14</u>	2	17
%	0,0	23,5	23,5	23,5	0,0	23,5	0,0	<u>58,8</u>	35,3	17,6	<u>82,4</u>	11,8	
Могилевский,	0	6	5	8	1	3	0	<u>9</u>	4	1	<u>9</u>	0	12
%	0,0	50,0	41,7	<u>66,7</u>	8,3	25,0	0,0	<u>75,0</u>	33,3	8,3	<u>75,0</u>	0,0	
Итого,	26	211	293	<u>348</u>	131	138	16	<u>517</u>	311	136	<u>447</u>	19	2593
%	1,0	8,1	11,3	<u>13,4</u>	5,1	5,3	0,6	<u>19,9</u>	12,0	5,2	<u>17,2</u>	0,7	100

* Разрешенные в лицензиях виды издательской деятельности, литература: 1 — официальная; 2 — научная; 3 — научно-популярная; 4 — производственно-практическая; 5 — нормативная производственно-практическая; 6 — учебная; 7 — массово-политическая; 8 — справочная; 9 — для досуга; 10 — литературно-художественная; 11 — рекламная; 12 — религиозная.

Распределение лицензий по регионам в определенной степени характеризует организацию издательской деятельности. Представление о ее результативности дает статистика фактического выпуска книг и брошюр [8]. В [9] приведена информация о 44 лидерах белорусского книгоиздания, выпустивших в 2006 г. более 50 наименований книг и брошюр. Сводные данные из [8, 9] приведены в табл. 4. Для регионов и г. Минска данные в табл. 4 приведены в виде дроби, в числителе которой показано общее значение показателя за 2006 г., а в знаменателе его суммарное значение, достигнутое лидерами книгоиздания по данным [9].

Если анализировать ситуацию в целом, то примечателен сам факт, что 10 из 44 ведущих книгоиздателей страны находятся в регионах. Причем Издательский дом «Белый ветер» (г. Мозырь), созданный относительно недавно — в 1996 г., занимает в этом списке второе место.

Вторая особенность заключается в том, что лидерами книгоиздания в регионах, как правило, являются университеты и другие высшие учебные заведения. Данный факт показывает — белорусское региональное книгоиздание развивается в русле общемирового и европейского книгоиздания, где университеты традиционно играют роль ведущих книгоиздательских центров.

В табл. 4 также видно, что лидеры, за исключением Брестского региона, обеспечивают более половины выпуска книг и брошюр по количеству

наименований. По тиражам это имеет место только в Гомельском и Могилевском регионах.

Таблица 4
Выпуск книг и брошюр в регионах

Регионы, лидеры книгоиздания в регионах	Кол-во наименований	Тираж, тыс. экз.
Беларусь	11569	52021,0
Минск	9778/7153	50723,5/44764,8
Брестский регион	209/56	85,2/7,1
Брестский гос. университет	56	7,1
Витебский регион	381/202	101,7/26,9
Витебский гос. университет	114	14,5
Полоцкий гос. университет	88	12,4
Гомельский регион	685/433	889,4/797,5
ИД «Белый ветер» (г. Мозырь)	325	776,3
Мозырский гос. пед. университет	56	7,2
Гомельский гос. техн. университет	52	14,0
Гродненский регион	296/176	159,2/28,5
Гродненский гос. университет	96	15,8
Гродненский гос. мед. университет	80	12,7
Могилевский регион	195/158	49,6/26,5
Белорусская гос. с/х академия	85	11,7
Могилевский гос. университет	73	14,8
Итого регионы:	1791/1025	1297,7/886,5

На фоне общего роста количества наименований выпущенных книг и брошюр доля г. Минска неуклонно уменьшается, в 2006 г. она составила 84,5%. Среди регионов лидируют Гомельская — 5,9% и Витебская — 3,3% области. Наименьший показатель имеет Минская область — 0,2%, что объясняется, как отмечалось выше, доминирующей ролью столицы в регионе.

Если рассматривать тираж выпущенных книг и брошюр, то пока лидерство г. Минска выглядит бесспорным, его доля в 2006 г. составила 97,5%. Можно отметить, что тенденция падения средних тиражей книг за последние три года приостановилась. Для г. Минска она стабилизировалась на отметке 5,2 тыс. экземпляров. Средний тираж книг и брошюр в регионах составляет 300–500 экземпляров.

Еще одним фактом, проявившимся за последние три года, является приостановление общей тенденции снижения объема выпуска книг и брошюр в печатных листах-оттисках [8]. Доля г. Минска по этому показателю в 2006 г. составила 99,0%. Средний объем одной книги в г. Минске составил 14 п. л. Можно отметить, что этот показатель был выше или близок к 10 п. л. еще в 4 регионах: Витебская область — 12,4 п. л.; Могилевская область — 11,0 п. л.; Минская область — 9,8 п. л.; Брестская область — 9,4 п. л.

В целом белорусское книгоиздание за 15 лет суверенного развития страны демонстрирует достаточно устойчивые темпы развития — количество наименований выпущенных книг и брошюр за каждые 5 лет удваивается. Для поддержания таких темпов развития в дальнейшем созданы определенные предпосылки. Решена проблема подготовки квалифицированных национальных кадров на базе Белорусского государственного технологического университета. Разработан ряд общегосударственных и региональных программ по социально-экономическому развитию страны и ее регионов. Выполнение этих программ должно обеспечить повышение эффективности экономики, уровня и качества жизни населения. Издательская деятельность и ее важнейшая составляющая — книгоиздание по определению должны находиться в фокусе всех инновационных процессов.

Литература

1. Ничипорович, С. А. Управление издательско-полиграфическим комплексом: организационно-экономические аспекты / С. А. Ничипорович, М. И. Кулак, А. В. Неверов. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 304 с.

2. Ничипорович, С. А. Динамика процесса структурных преобразований в издательско-полиграфическом комплексе Беларуси / С. А. Ничипорович, М. И. Кулак // Труды БГТУ. Серия VII.

Экономика и управление. — 2001. — Вып. 9. — С. 73–75.

3. Кулак, М. И. Совершенствование территориальной структуры издательско-полиграфического комплекса Беларуси / М. И. Кулак, Е. М. Кулак // Сб. науч. статей МНПК «Социально-экономические проблемы и перспективы развития организаций и регионов Беларуси в условиях европейской интеграции» / УО «БГТУ». — Витебск, 2007. — С. 159–163.

4. Кулак, М. И. Территориальная организация и структуры издательской деятельности в Беларуси / М. И. Кулак, Е. М. Кулак // Организационно-техническое управление в межотраслевых комплексах: материалы II Междунар. науч.-технич. конф. / УО «БГТУ». — Минск, 2007. — С. 56–60.

5. Пирожник, И. И. Трансформация системы расселения Беларуси во второй половине XX — начале XXI в. / И. И. Пирожник, Е. А. Антипова // Вестник БГУ. Серия 2. Химия. Биология. География. — 2006. — № 3. — С. 72–78.

6. Войтов, И. В. Регионы Беларуси на современном этапе: экономико-географический анализ и прогноз инвестиционно-инновационного развития / И. В. Войтов, Л. В. Козловская // Вестник БГУ. Серия 2. Химия. Биология. География. — 2006. — № 3. — С. 84–91.

7. Регионы Республики Беларусь: стат. сб. / М-во статистики и анализа Республики Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский (отв. ред.) [и др.]. — Минск: М-во статистики и анализа, 2007. — 832 с.

8. Друк Беларусі, 2006: стат. зб. / Нац. кн. палата Беларусі; склад.: Т.Р. Рабушка. — Мінск: НКП Беларусі, 2007. — 68 с.

9. Материалы коллегии Министерства информации Республики Беларусь по итогам работы в 2006 году. — Минск: М-во информации, 2007. — 144 с.

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ СТАТИСТИКА И КНИЖНЫЙ АССОРТИМЕНТ

In presented clause the questions connected with system quantitative and quality indicators of the account of release of book production are considered. The data describing features of statistics of a press of Byelorussia in 2006 are presented. The comparative analysis of quantity indicators of release for the period with 2001 for 2006 is lead are certain volumes, rates of growth and dynamics of development of the book market of the country.

Введение. На основе статистики печати изучают количественные и качественные изменения в издательском деле, выявляются текущие тенденции и особенности развития печати. Иными словами, статистика печати присущими ей методами определяет количественную сторону развития издательского дела в непрерывной связи с его качественной стороной, придает числовое выражение закономерностям этого развития в конкретных условиях места и времени. Современная статистика печати сочетает в себе два взаимосвязанных показателя: статистику культуры поскольку, оценивает развитие книгоиздательства в качественном аспекте, и статистику экономики, поскольку оценивает количественную сторону издательского дела.

Основная часть. Целью данного исследования является — описать состояние выпуска книжной продукции в Республике Беларусь в период с 2001 по 2006 гг. Достижение поставленной цели осуществляется путем решения следующих задач:

1. Охарактеризовать состояние книжного рынка Республики Беларусь в 2006 году и провести сравнение его с предшествующими годами.

2. Определить объем, темпы роста и динамику развития книжного рынка Республики Беларусь.

Объектом исследования является выпуск книжной продукции в Республике Беларусь за период с 2001 по 2006 гг.

В качестве метода сбора данных использовался мониторинг статистических материалов печатных и электронных специализированных изданий.

Методом анализа статистических данных выступал традиционный контент-анализ документов [1].

В качестве информационной базы исследования использовались номера сборника государственного библиографического указателя «Летапіс друку Беларусі», состоящего из следующих типов библиографических указателей: «Кніжны летапіс», «Летапіс аўтарэфератаў дысертацый», «Летапіс нарматыўна-тэхнічных, тэхнічных дакументаў і выданняў вузкага прызначэння», «Летапіс нотаў», «Летапіс выяўленчага мастацтва», «Картаграфічны летапіс»; статистический сборник «Друк Бела-

русі»; ежемесячный библиографический бюллетень «Новыя кнігі».

В ходе исследования анализировался ассортимент книжных изданий по классификации УДК, принятой в Республике Беларусь Национальной книжной палатой.

После нескольких лет подряд стабильного роста выпуска книжных изданий — и по числу названий, и по тиражу — в 2006 году отмечено снижение второго показателя. Снижение небольшое — всего 0,8%, однако многие специалисты уже заговорили о «негативных тенденциях» и даже о «кризисе», поскольку снижение продаж в поэкземплярном исчислении в большинстве сегментов книжного рынка давно ни для кого не секрет [3]. Еще сильнее — на 3,1% — сократился объем выпуска белорусского книгоиздания в печатных листах-оттисках. Это означает, что средняя отечественная книга не только выпускалась меньшим тиражом, но и стала тоньше. Лишь один из трех основных показателей, характеризующих выпуск, — число названий — в 2006 г. вырос до очередного рекорда в более чем 10 тыс., превысив уровень предыдущего года на 7,96 %.

Тем не менее даже при вышесказанных «негативных тенденциях» есть отдельные сегменты, где статистика зафиксировала рост выпуска и по числу названий, и по общему тиражу. Причем это касается самых крупных тематических разделов — «Литература по образованию, культуре и СМИ», «Литература по филологическим наукам и искусству», «Политическая и социально-экономическая литература».

В 2006 году раздел «Литература по образованию, культуре и СМИ» занял первое место по удельному весу совокупного тиража в общем тираже республиканского книгоиздания — 38%, и второе — по удельному весу числа названий — 24%. Причем основную долю в разделе обеспечивают школьные учебники (подраздел «Образование. Педагогика») — 99,8% по тиражу и 98,9% по названиям.

В названном разделе выросло и число выпущенных книжных наименований, и их общий тираж. Первый показатель — на 3,6%, второй — на 35,0%. На общий результат раздела наибольшее влияние оказал, безусловно, продолжающийся рост выпуска учебной литературы для школ. Прирост общего тиража в этом

сегменте составил в 2006 году 21,5%. Кажется немного, но в абсолютных цифрах это составляет дополнительно более 3 млн. экз. Еще около миллиона добавил подраздел «Культура. Цивилизация. Прогресс».

На втором месте по значению для книжного рынка — раздел «Литература по филологическим наукам и искусству» (26,4% от общего тиража и 25,5% от общего числа названий). Здесь при росте числа выпущенных изданий на 18,1%, совокупный тираж увеличился на 47%. Причем в наибольшей степени — почти в два раза по тиражу — увеличился выпуск книг по подразделу «Искусство. Искусствоведение», то есть в сегменте, который никогда не был определяющим для общего состояния рынка книжной продукции. Также на 67,9% вырос общий тираж в подразделе «Художественная литература (без детской)». Среди них крупные жанровые подразделы: «Русская литература» — на 28,3%, «Белорусская литература» — на 26,8%, «Зарубежная литература» — 12,8%.

Результаты проведенного статистического анализа говорят о том, что в подразделе «Русская литература» резко — на 24,7% — вырос общий тираж русского исторического романа. Потерянные русской «общей» литературой 0,8 млн. экз. «подобрала» русская же фантастика (рост на 16,3%). На 17,5% увеличился тираж русской женской прозы («сентиментальный (любовный) роман»), на 64,7% — документально-публицистической литературы.

Практически во всех крупных категориях подраздела отмечено существенное увеличение выпуска по числу названий. Так, российских детективов выпущено на 20,8% больше, чем в предыдущем году, российской фантастики — на 35,6%, женской прозы — на 16,8%, русского исторического романа — на 54,1%. Почти вдвое больше стало издаваться документально-публицистической литературы (на 93,7% по названиям), заметно больше (на 23,0%) — мемуарно-биографической.

Высокими темпами рос выпуск (по названиям) и зарубежной художественной литературы: зарубежных детективов — на 30,8%, зарубежной прозы и поэзии — на 14,3%. В то же время снизилось число изданий зарубежного любовного романа (на 4,1%), осталось почти на прежнем уровне — зарубежной фантастики и мистики (рост на 0,7%).

Резюмируя, отметим, что в целом, в сегменте «Художественная литература» положение можно назвать стабильным с незначительным перераспределением выпуска по отдельным подразделам.

На третье место по удельному весу в совокупном тираже белорусского книгоиздания вышел раздел «Политической и социально-экономической литературы» (12,9% от сово-

купного тиража всех выпущенных в стране изданий и 22,6% — от общего числа названий). Здесь спад общего тиража оказался незначительным — 0,8%, хотя число названий одновременно выросло на 6,8%. Сокращение тиражей затронуло такие категории этого раздела, как «История. Исторические науки» — на 26,6%, «Военное дело. Военная техника» — на 24,6%, «Религия. Теология. Атеизм» — на 22,8%, «Экономика. Экономические науки. Торговля» — на 10,3%. Исключением стал выпуск книг по подразделам, «Демография. Социология», где общий тираж увеличился на 59,9%, «Политика. Политические науки» — рост на 31,4%, «Философские науки. Психология» — на 12,6% и «Экономика. Экономические науки. Торговля» — на 11,5%.

Что касается числа названий в разделе, то в большинстве тематических категорий этот показатель увеличивался. Так, число выпущенных изданий социологической тематики выросло на 58,1%, юридической на 39,8%, философской — на 15,4%, психологической — на 12,1%, экономической — на 1,6%, политической — на 1,1%. То есть в крупных подразделах отчетливо прослеживается общая тенденция республиканского рынка книжной продукции: рост ассортимента изданий при одновременном незначительном сокращении тиражей.

Четвертое место по удельному весу в совокупном выпуске книжных изданий (по числу наименований в разделе) занимает раздел «Медицинская и спортивная литература». Его доля в период с 2000 по 2006 гг. составляла от 7 до 19,8% от общего выпуска книг. В 2006 году наблюдалось увеличение совокупного тиража в названном разделе (6,3% от общего тиража и 9,8% от общего числа названий). Это увеличение составило 16,3%, а число названий в разделе увеличилось на 15,4%. Общий тираж вырос в обоих подразделах литературы — «Медицина и здравоохранение» (на 16,8%) и «Физическая культура и спорт» (на 9,3%). И там, и там число названий незначительно увеличилось — соответственно на 19,8% и на 9,3%.

Далее следует назвать тематический раздел «Детская литература» (10,8% от общего тиража и 7,56% от общего числа названий). Особо отметим рост выпуска в этом сегменте. Число названий здесь увеличилось за год на 11,6%, совокупный тираж — на 4,2%. Правда, внутри сегмента положение не столь однозначное. Общий рост достигнут за счет существенного увеличения выпуска нехудожественной (развивающей и познавательной) детской литературы — 54,2% по названиям и 30% по тиражу. В то же время выпуск детской художественной литературы после взлета 2004 года в 2005-м сократился — на 1,8% по названиям и на 32,9% по тиражу. В 2006

году количество изданной детской литературы достигло самого большого значения — 556 наименований, что составляло 7,5% от совокупного выпуска книжной продукции.

Названные пять разделов обеспечивают 94,5% выпуска по тиражам и 87,5% — по названиям от всего объема отечественного книгоиздания. Однако остальные разделы также играют важную роль в обеспечении стабильной работы белорусского книжного рынка и расширении книжного ассортимента.

В разделе «Техническая литература» (3,5% от республиканского тиража и 4,7% от общего числа выпущенных в Республике Беларусь названий). В названном сегменте наблюдался незначительный рост средних значений тиражей — на 6,1%, однако число выпущенных изданий осталось практически на прежнем уровне, уменьшившись на 1,2%. Эта тенденция почти зеркально отразилась в категории «Компьютерных технологий и программного обеспечения» — увеличение тиража на 1,1% при уменьшении числа названий на 0,9%. В подразделе литературы «Жилищно-коммунальное хозяйство, домоводство и бытовое обслуживание» общий тираж увеличился на 3,2%, а число названий — на 0,7%. В категории книг под названием «Энергетика» тираж незначительно вырос — на 0,6%, число названий — на 0,2%; «Полиграфия, издательская деятельность и книжная торговля» — соответственно на 0,4% и 1,1%; «Машиностроение и приборостроение» — на 3,2% и 1,4%. Общий тираж литературы по подразделу «Радиотехника и связь» сократился втрое — на 68,4%, но число названий немного увеличилось на — 3,4%. В категории книг по сегменту «Строительство и архитектура» тираж снизился на 1,0%, но число выпущенных изданий выросло сразу на 18,6%. А вот в самой крупной категории раздела — «Литература по транспорту» — общий тираж вырос на 5,8%, зато число названий немного уменьшилось — на 2,4%.

Отметим раздел «Сельскохозяйственная литература» (1,3% от общего республиканского тиражного выпуска и 3,6% от общего числа названий). В 2004-м году этот раздел был «плохой новостью» белорусского книгоиздания: здесь отмечался резкий спад и по числу выпущенных изданий, и по их совокупному тиражу. Однако в 2005-м положение улучшилось: число названий увеличилось на 45,1%, общий тираж — вдвое. Таким образом, незначительный, но рост в этом сегменте, надо полагать, в 2006 году был предопределен почти полностью.

В разделе «Естественнонаучная литература» (0,84% от общего тиража и 3,3% от общего числа изданий, выпущенных в стране) снижение тиража оказалось сильнее среднего уров-

ня — 12,1%, хотя число названий заметно выросло — на 23,2%. Причем сокращение тиражей коснулось основных категорий раздела: «Математика» — на 30,5%, «Биология. Природоведение» — на 20,5%, «Физика» — на 16,7%, «Общие и комплексные проблемы естественных и точных наук» — на 24,5%, «Химия» — на 8,9% и др. Существенно увеличились тиражи лишь в двух разделах: «Науки о земле» — на 32,1% и «Наука в целом. Науковедение» — на 12,1%. При этом число названий росло почти во всех подразделах естественнонаучной литературы: «Химия» — на 32,5%, «Наук о земле» — на 29,3%, «Общие и комплексные проблемы естественных и точных наук» — на 17,6%, «Математика» — на 13,2%, «Биология. Природоведение» — на 5,0%.

В заключение этой части нашего анализа отметим весомый аргумент в пользу сторонников наступающего «кризиса» в республиканском книгоиздании — снижение средних тиражей отечественной книги. По сравнению с 2003-м годом в 2004-м средний тираж упал на 29,4% — с 5,37 тыс. экз. до 4,15 тыс. экз., то есть практически на тысячу экземпляров. Причем это падение затронуло многие тематические разделы, за исключением сегмента «Медицинская и спортивная литература».

В следующих 2005-м и 2006-м годах описанная выше тенденция сохраняется. Средний тираж выпуска книжной продукции в 2005 году по сравнению с 2004-м годом упал на 2,5%. Как отмечалось выше для 2006 года наблюдаемая картина — спад средних тиражей — также характерна. О существующем «кризисе тиражей» в отечественном книгоиздании ярко свидетельствует линия средних тиражей за период с 2001 по 2006 гг. — 9,03 — 5,84 — 5,37 — 4,15 — 4,05 — 3,73 тыс. экз.

В 2006-м году в разделе «Литература по образованию, культуре и СМИ» снижение среднего тиража составило 1,7% — с 5,8 тыс. до 5,7 тыс. экз. При этом упал и средний тираж школьных учебников — с 2,5 тыс. до 2,3 тыс. экз. (на 8,0%).

В следующем по значимости для книжного рынка разделе — «Литература по филологическим наукам и искусству» — средний тираж снизился на 1,47% — с 6,8 тыс. до 6,7 тыс. экз. В самой крупнотиражной категории — детективной и приключенческой литературы — средний тираж сократился на 5,8% (с 3,4 до 3,2 тыс. экз., то есть почти на 200 экз.). Средний тираж фантастики снизился на 14,6% — с 0,41 до 0,35 тыс. экз. В категории «нежанровой» прозы (поэзии) средний тираж уменьшился незначительно — на 5,3% (с 0,1 до 0,095 тыс. экз.). Напротив, зарубежные детективы в 2006-м году стали выходить большим средним тиражом 1,3 тыс. экз. против 0,75 тыс. в 2005-м (на 73,3% больше),

зарубежная фантастика — 1,1 тыс. против 0,98 тыс. экз. (на 10,9% больше), зарубежная «нежанровая» проза (поэзия, драма) — 0,95 тыс. против 0,87 тыс. экз. (на 8,4% больше).

Выпуск такого сегмента, как «Белорусская литература», характеризуется ярко выраженным ростом. Средний тираж в этой категории вырос сразу на 34,8%. В разделе «Русская литература» несколько увеличился средний тираж русского женского (любовного) романа (на 0,6%). Тематический раздел «Зарубежная литература», а точнее, зарубежный исторический роман тоже испытал на себе прилив интереса читателей: среднее издание этого жанра вышло в 2006-м году, против 2005 года на 8,5% больше. Правда, таких изданий в 2006-м году было выпущено всего 27 наименований (в 2005-м году 29).

Негативная тенденции падения средних тиражей коснулась и сегмента «Детская литература». В этом разделе данный показатель снизился на 29,8% — с 8,4 до 5,9 тыс. экз. Средний тираж детского художественного издания упал на 4,8% — с 6,2 до 5,9 тыс. экз., детского нехудожественного — на 16,3%, с 1,6 до 1,34 тыс. экз.

В разделе «Политическая и социально-экономическая литература» средний тираж в 2006-м году составил 3,9 тыс. экз., что на 11,3% меньше, чем в 2005-м — 4,4 тыс. экз. Эта тенденция затронула все крупные категории раздела: средний тираж сегмента «Государство и право. Юридические науки» упал на 31,6%, «Философские науки. Психология» — на 26,7%, «Религия. Теология. Атеизм» — на 18,6%, «Политика. Политические науки» — на 16,7%, «Экономика. Экономические науки. Торговля» — на 13,8%, «Военное дело. Военная техника» — на 9,3%. Исключением оказался лишь раздел «История. Исторические науки», средний тираж которого поднялся на 7,6% — с 1,2 до 1,3 тыс. экз.

В других тематических разделах ситуация не лучше. Средний тираж естественнонаучной книги упал за год на 10,0% — с 0,9 тыс. до 0,81 тыс. экз.: технической — на 5,2%, с 3,27 тыс. до 3,1 тыс. экз.; медицинской и спортивной — на 2,4%, с 3,06 тыс. до 2,9 тыс. экз.; литературы по филологии — на 18,8%, с 5,3 до 4,3 тыс. экз. Лишь в относительно успешном разделе «Сельскохозяйственная литература» средний тираж снизился всего на 0,3%.

Выводы. Таким образом, анализируя статистические данные о шестилетней издательской динамике можно утверждать, что с 2001 года число выпущенных в Республике Беларусь книжных наименований неуклонно нарастало (исключение составил лишь 2004 год). К 2006-м году количество вышедших в свет наименований книжной продукции увеличилось на 94,9%,

то есть почти в два раза. Совокупный тираж белорусского книгоиздания вырос за пять лет крайне незначительно в такой же пропорции — на 45,6%. Однако прошлогоднее снижение последнего показателя — серьезное предупреждение о том, что ситуация на рынке книжной продукции в Республике Беларусь может измениться не в лучшую сторону.

Литература

1. Иванов, Е. Н. Статистика книжной торговли: учебное пособие для вузов / Е. Н. Иванов. — М., 1990.

2. Колмаков, П. К. Мировая статистика книжной продукции и опыт исчисления ее итогов от начала книгопечатания / П.К. Колмаков // Исследование и материалы. — М.: Книга, 1988.

3. Панов, В. В., Панова, Н. А. Анализ динамики взаимодействия издательского бизнеса и телекоммуникаций как составляющих инфокоммуникационной среды / В. В. Панов, Н. А. Панова // Проблемы полиграфии и издательского дела. — 2006. — № 4. — С. 163–169.

4. Платонов, М. Л. Знакомьтесь: Государственная статистика печати. Новые масштабы. Новые проблемы / М. Л. Платонов // Книжное дело. — М.: Книга, 1993. — №4. — С.21–24.

М. А. Зильберглейт, профессор; Невдах М. М., аспирант; Шпаковский Ю. Ф., ассистент

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УЧЕБНОГО ТЕКСТА ПО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ МЕТОДАМИ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

In the article methods of the factorial analysis (principal axis method, centroid method, principal components method) lead ordering 49 the information characteristics of the text influencing mastering of a teaching material. Processing of the received results has allowed to allocate eight conditional groups of close parameters of the text. The received calculations will be used for construction of a deciding rule of splitting.

Введение. В проведенном ранее исследовании с помощью метода кластерного анализа была проведена группировка 49-ти параметров текста, влияющих, по нашему мнению, на усвоение учебного материала. При этом на основании использования различных мер сходства (расстояние Евклида, квадрат расстояния Евклида, косинус угла, коэффициент корреляции, неравенство Чебышева, расстояние Минковского, манхэттенское расстояние) и ряда алгоритмов кластеризации исследуемые характеристики текста были разбиты на девять кластеров.

Для подтверждения и проверки согласованности результатов следует использовать и другие методы многомерной статистики. Таким образом, *цель данной работы* — систематизация параметров текста методами факторного анализа.

Основная часть. В качестве экспериментального материала в данной работе использовалось 16 отрывков из учебных изданий по экономической теории для высшей школы объемом 1800—2000 печатных знаков [1–4]. В качестве переменных было выбрано 49 признаков текста: 1) длина текста в абзацах; 2) длина текста в словах; 3) длина текста в буквах; 4) средняя длина абзаца в фразах; 5) средняя длина абзаца в словах; 6) средняя длина абзаца в буквах; 7) средняя длина абзаца в печатных знаках; 8) средняя длина предложения во фразах; 9) средняя длина предложения в словах; 10) средняя длина предложения в слогах; 11) средняя длина предложения в буквах; 12) средняя длина предложения в печатных знаках; 13) средняя длина самостоятельного предложения во фразах; 14) средняя длина самостоятельного предложения в словах; 15) средняя длина самостоятельного предложения в слогах; 16) средняя длина самостоятельного предложения в буквах; 17) средняя длина самостоятельного предложения в печатных знаках; 18) средняя длина фразы в словах; 19) средняя длина фразы в слогах; 20) средняя длина фразы в буквах; 21) средняя длина фразы в печатных знаках; 22) средняя длина слов в слогах; 23) средняя длина слов в буквах; 24) средняя длина слов в печатных знаках; 25) средняя длина слов по Деверу; 26) процент слов длиной в 5 букв и больше; 27) про-

цент слов длиной в 6 букв и больше; 28) процент слов длиной в 7 букв и больше; 29) процент слов длиной в 8 букв и больше; 30) процент слов длиной в 9 букв и больше; 31) процент слов длиной в 10 букв и больше; 32) процент слов длиной в 11 букв и больше; 33) процент слов длиной в 12 букв и больше; 34) процент слов длиной в 13 букв и больше; 35) процент слов в 3 слога и больше; 36) процент слов в 4 слога и больше; 37) процент слов в 5 слогов и больше; 38) процент слов в 6 слогов и больше; 39) процент неповторяющихся слов; 40) средняя частота повторения слова; 41) процент неповторяющихся существительных; 42) процент повторяющихся существительных; 43) процент конкретных существительных; 44) процент абстрактных существительных; 45) процент прилагательных; 46) процент глаголов; 47) процент сложных предложений; 48) процент простых предложений; 49) процент придаточных предложений среди фраз.

Использование большого количества параметров текста является неэффективным по ряду причин [5, с. 516]:

- а) сильная взаимосвязанность признаков, что приводит к дублированию информации;
- б) неинформативность признаков, мало меняющихся при переходе от одного объекта к другому (малая «вариабельность» признаков);
- в) возможность агрегирования (простого или «взвешенного» суммирования) по некоторым признакам.

В связи с этим представляется целесообразным перейти от p исходных показателей анализируемого материала к существенно меньшему числу наиболее информативных переменных (p') с помощью методов факторного анализа.

Снижение размерности набора переменных в методах факторного анализа базируется в основном на взаимной коррелированности исходных признаков [5, с. 547]. В связи с этим первый этап исследования заключался в вычислении корреляционной матрицы, фрагмент которой представлен в табл. 1.

При изучении экспериментальных данных было установлено, что первые три фактора объясняют около 64% разброса дисперсии (табл. 2.).

Таблица 1

Корреляционная матрица исходных признаков

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	49
1	1,00	-0,40	-0,66	-0,75	-0,85	-0,86	-0,87	0,32	-0,34	-0,33	...	-0,29
2	-0,40	1,00	0,56	0,56	0,53	0,41	0,41	0,05	0,19	-0,11	...	0,56
3	-0,66	0,56	1,00	0,66	0,67	0,70	0,71	-0,25	-0,02	0,04	...	0,12
4	-0,75	0,56	0,66	1,00	0,89	0,87	0,87	0,01	0,03	-0,02	...	0,10
5	-0,85	0,53	0,67	0,89	1,00	0,99	0,98	-0,25	0,32	0,27	...	0,35
6	-0,86	0,41	0,70	0,87	0,99	1,00	1,00	-0,29	0,28	0,30	...	0,26
7	-0,87	0,41	0,71	0,87	0,98	1,00	1,00	-0,29	0,28	0,29	...	0,25
8	0,32	0,05	-0,25	0,01	-0,25	-0,29	-0,29	1,00	0,16	0,07	...	-0,26
9	-0,34	0,19	-0,02	0,03	0,32	0,28	0,28	0,16	1,00	0,86	...	0,54
10	-0,33	-0,11	0,04	-0,02	0,27	0,30	0,29	0,07	0,86	1,00	...	0,23
...
49	-0,29	0,56	0,12	0,10	0,35	0,26	0,25	-0,26	0,54	0,23	...	1,00

Таблица 2

Объясненная дисперсия исследуемых параметров текста

Метод	Фактор	Исходные собственные значения		
		Собственные значения	Процент дисперсии	Кумулятивный процент
Метод главных факторов	1	15,87079	32,38937	32,38937
	2	9,16900	18,71225	51,10163
	3	6,53391	13,33452	64,43615
	4	4,35898	8,89588	73,33203
	5	3,20449	6,53978	79,87181
Центро-идный метод	1	15,21835	31,05785	31,05785
	2	9,26161	18,90124	49,95909
	3	6,84211	13,96349	63,92258
	4	4,16999	8,51018	72,43276
	5	3,42540	6,99061	79,42337
Метод главных компонент	1	16,05031	32,75574	32,75574
	2	9,31615	19,01254	51,76828
	3	6,74153	13,75823	65,52651
	4	4,52624	9,23722	74,76373
	5	3,42584	6,99151	81,75525

Так как факторный анализ является методом сокращения числа переменных, то возникает вопрос, какие из факторов следует оставить для дальнейшей обработки. Исследователи рекомендуют руководствоваться здравым смыслом и оставлять только те факторы, которые имеют понятную или логическую интерпретацию. Однако установить заранее назначение каждого фактора не всегда представляется возможным, поэтому для начала были использованы формальные критерии: критерий Кайзера [6] и критерий «каменистой осыпи» Р. Кеттелла [7].

На основании первого критерия, предложенного Кайзером в 1960 году, для дальнейшего анализа необходимо сохранить те факторы, чьи собственные значения превышают единицу. В данном случае следует оставить восемь факторов для всех методов факторного анализа. Критерий «каменистой осыпи» является графическим методом. Для выделения факторов используется график их собственных значений (рис. 1).

По утверждению Р. Кэттелла следует найти такое место на графике, где убывание собственных значений слева направо максимально замедляется. Анализ графиков для всех методов показал, что целесообразно оставить от 4 до 6 факторов.

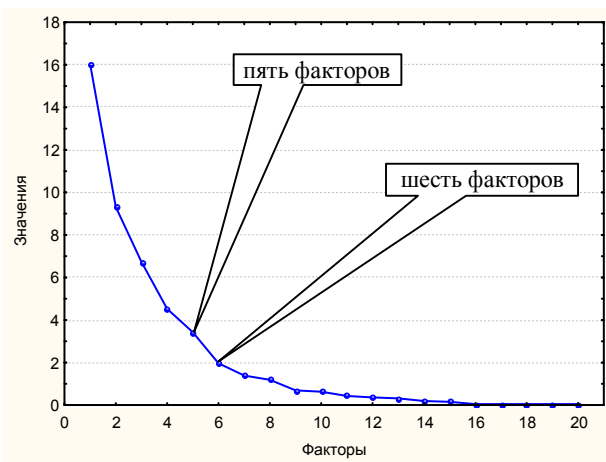


Рис. 1. График собственных значений для метода главных компонент

Следует отметить, что первый критерий, как правило, сохраняет слишком много факторов, в то время как второй — слишком мало, поэтому решение об оптимальном количестве факторов можно принять только после их вращения и интерпретации.

Целью вращения факторов является получение простой структуры, которой соответствует большое значение нагрузки каждой переменной только по одному фактору и малое по всем остальным факторам. Нагрузка (значение лежит в пределах от -1 до 1) отражает связь между переменной и фактором. В работе использовались ортогональные методы вращения: варимакс, квартимакс и эквимакс. В результате были получены матрицы нагрузок для переменных. Фрагмент представлен в табл. 3.

Изучение результатов с использованием всех методов факторного анализа и методов

вращения позволило выявить, как признаки распределились между четырьмя факторами (табл. 4).

Как видно из таблицы, факторы по всем методам вращения практически идентичны. Сравнение данных, полученных ранее с помощью кластерного анализа показало, что результаты не совпадают.

Для более ясного представления о распределении переменных использовались диаграммы рассеяния. Для трех факторов диаграммы изображены в трехмерном пространстве (рис. 2).

Результаты, полученные методом главных факторов, центроидным методом и методом главных компонент, позволяют выделить восемь условных групп близких параметров текста.

Первая группа. Признаки 1, 4, 8, 13, 22—25, 40, 42—44 и 46 — длина текста в абзацах, средняя длина абзаца во фразах, средняя длина

Таблица 3

Факторные веса при анализе 49-ти информационных характеристик текста с использованием метода главных факторов и вращением варимакс

Параметры текста	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
1. Длина текста в абзацах	-0,177	-0,281	-0,145	-0,789
2. Длина текста в словах	-0,711	-0,013	0,212	0,550
3. Длина текста в буквах	0,013	0,131	-0,066	0,676
4. Средняя длина абзаца в фразах	-0,053	-0,203	-0,067	0,931
5. Средняя длина абзаца в словах	0,027	0,162	0,152	0,912
6. Средняя длина абзаца в буквах	0,170	0,186	0,092	0,905
7. Средняя длина абзаца в печатных знаках	0,163	0,194	0,075	0,903
8. Средняя длина предложения в фразах	-0,404	-0,183	-0,582	-0,038
9. Средняя длина предложения в словах	-0,231	0,750	0,110	0,204
10. Средняя длина предложения в слогах	0,083	0,800	-0,111	0,156
...
49. Процент придаточных предложений среди фраз	-0,442	0,385	0,590	0,250

Таблица 4

Распределение характеристик текста с использованием различных методов факторного анализа и методов вращения

Метод вращения	Метод факторного анализа											
	метод главных факторов				центроидный метод				метод главных компонент			
	фактор 1	фактор 2	фактор 3	фактор 4	фактор 1	фактор 2	фактор 3	фактор 4	фактор 1	фактор 2	фактор 3	фактор 4
варимакс	2, 22–25, 27–37	9–12, 14, 16–18, 20, 21	13, 15, 19, 42–44	1, 4–7	2, 22–37	9–12, 14, 16–18, 20, 21	13, 15, 19, 42–44	1, 4–7	2, 22–38	9–12, 14, 16–18, 20, 21	13, 15, 19, 42–44	1, 4–7
квартимакс	2, 22–25, 27–38	9–12, 14, 16–18, 20, 21	13, 15, 19, 42–44	1, 4–7	2, 22–37	9–12, 14, 16–18, 20, 21	13, 15, 19, 42–44	1, 4–7	2, 22–38	9–12, 14, 16–18, 20, 21	13, 15, 19, 42–44	1, 4–7
эквимакс	2, 22–25, 27–38	9–12, 14, 16–18, 20, 21	13, 15, 19, 42–44	1, 4–7	2, 22–37	9–12, 14, 16–18, 20, 21	13, 15, 19, 42–44	1, 4–7	2, 22–38	9–12, 14, 16–18, 20, 21	13, 15, 19, 42–44	1, 4–7

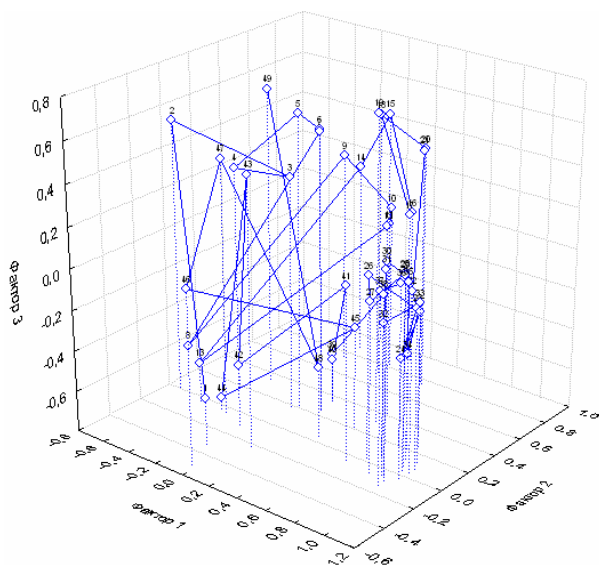


Рис. 2. Диаграмма рассеяния признаков для метода главных факторов

предложения во фразах, средняя длина самостоятельного предложения во фразах, средняя длина слов в слогах, средняя длина слов в буквах, средняя длина слов в печатных знаках, средняя длина слов по Деверу, средняя частота повторения слова, процент повторяющихся существительных, процент конкретных существительных, процент абстрактных существительных и процент глаголов.

Вторая группа. Признаки 2, 9, 14 и 18 — длина текста в словах, средняя длина предложения в словах, средняя длина самостоятельного предложения в словах и средняя длина фразы в словах.

Третья группа. Признаки 3, 39, 45 и 48 — длина текста в буквах, процент неповторяющихся слов, процент прилагательных и процент простых предложений.

Четвертая группа. Признаки 5—7 — средняя длина абзаца в словах, средняя длина абзаца в буквах и средняя длина абзаца в печатных знаках.

Пятая группа. Признаки 10—12, 16 и 17 — средняя длина предложения в слогах, средняя длина предложения в буквах, средняя длина предложения в печатных знаках, средняя длина самостоятельного предложения в буквах и средняя длина самостоятельного предложения в печатных знаках.

Шестая группа. Признаки 15, 19—21 — средняя длина самостоятельного предложения в слогах, средняя длина фразы в слогах, средняя длина фразы в буквах и средняя длина фразы в печатных знаках.

Седьмая группа. Признаки 26—38 и 41 — процент слов длиной в 5 букв и больше, процент слов длиной в 6 букв и больше, процент слов длиной в 7 букв и больше, процент слов длиной в 8 букв и больше, процент слов длиной в 9 букв и больше, процент слов длиной в 10 букв и больше, процент слов длиной в 11 букв и больше, процент слов длиной в 12 букв и больше, процент слов длиной в 13 букв и больше, процент слов в 3 слога и больше, процент слов в 4 слога и больше, процент слов в 5 слогов и больше, процент слов в 6 слогов и больше и процент неповторяющихся существительных.

Восьмая группа. Признаки 47 и 49 — процент сложных предложений и процент придаточных предложений среди фраз.

Выводы. Завершающим и наиболее сложным этапом факторного анализа является интерпретация результатов. На данный момент исследования логическое объяснение всем выделенным факторам найти не удалось. Так как в будущем полученные расчеты будут использованы для построения решающего правила разбиения, то следует надеяться, что это позволит дать соответствующую интерпретацию результатам факторного анализа.

Литература

1. Сажина, М. А. Основы экономической теории: учебное пособие для неэкономических специальностей вузов / М. А. Сажина, Г. Г. Чибриков; отв. ред. и руководитель авт. коллектива П. В. Савченко. — М.: Экономика, 1995.
2. Экономическая теория: учебник / Н. И. Базылев, А. В. Бондарь, С. П. Гурко и др.; под общ. ред. Н. И. Базылева, С. П. Гурко. — Мн.: Экоперспектива, 1997.
3. Экономическая теория: учебник для студентов вузов / Под ред. В. Д. Камаева. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: ВЛАДОС, 2001.
4. Экономическая теория: учебное пособие / Л. Н. Давыденко, А. И. Базылева, А. А. Дичковский и др.; под общ. ред. Л. Н. Давыденко. — Мн.: Вышэйшая школа, 2002.
5. Айвазян, С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики: учебник для вузов / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. — М.: ЮНИТИ, 1998. — 1022 с.
6. Kaiser, H. F. The application of electronic computers to factor analysis / H. F. Kaiser // Educational and Psychological Measurement. — 1960. — № 20. — P. 141–151.
7. Cattell, R. B. The scree test for the number of factors / R. B. Cattell // Multivariate Behavioral Research. — 1966. — № 1. — P. 245–276.

РАЗРАБОТКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ТРУДНОСТИ ВОСПРИЯТИЯ УЧЕБНОГО ТЕКСТА ДЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

In the article quantitative methods of an estimation of perception difficulty of the educational text for the higher school are developed. In particular, the basic stages of carrying out of the following experiments are described: cloze procedure, expert estimations of perception difficulty of the text and a method of pair comparisons. On the basis of the received data parameters of difficulty of understanding of the text are found which further will be used in research on ordering educational texts for the higher school by methods of the multivariate statistical analysis.

Введение. Повышение качества учебной литературы для высшей школы остается одной из острых проблем отечественного книгоиздания, от решения которой будет зависеть совершенствование профессиональной подготовки специалистов. В настоящее время уровень учебного материала в основном зависит от мастерства автора и опыта редактора. В связи с этим создание надежных и общепринятых методов автоматизированной проверки сложности учебного текста, является крайне актуальной задачей.

За рубежом для оценки трудности понимания материала определенной категорией читателей широко используются формулы читабельности. В самом широком смысле под читабельностью понимают некоторую характеристику печатного материала, зависящую от всех элементов внутри данного материала, которые влияют на успешность его усвоения определенной группой читателей. Мерой такого успешного усвоения является то, насколько средний читатель интересующей группы понимает исследуемый материал, в какой мере скорость, с которой он его читает, приближается к оптимальной, и какой интерес представляет данный материал для читателя [1]. Разработка формулы читабельности сводится к трем этапам [2]:

1) нахождение методов для определения трудности понимания различных текстов данной группой лиц;

2) выбор структурных элементов (и только тех, которые поддаются точному измерению) исследуемых текстов;

3) нахождение некоторой функции, которая бы описывала зависимость между результатами понимания материала интересующей группой лиц и выбранными структурными элементами текста.

Таким образом, в данной статье рассматривается решение первой задачи.

Основная часть. Материалом для эксперимента послужили учебные издания для вузов по философии и экономической теории [3–10]. Всего было отобрано 32 отрывка длиной 1800–2000 печатных знаков. Выбор данной величины

обусловлен тем, что в [11] показано, что, начиная с объема в 1800 печатных знаков, статистические характеристики текста становятся относительно постоянными.

В основном эксперименте приняли участие 75 студентов Белорусского государственного технологического университета (БГТУ). Как известно, число испытуемых N определяется по следующей формуле:

$$N = \left(\frac{t\sigma}{\varepsilon} \right)^2,$$

где N — количество испытуемых.

t — критерий Стьюдента, который определяется исходя из желаемого уровня вероятности;

σ — среднее квадратическое отклонение;

ε — абсолютная погрешность (ошибка).

Так как экспертная группа формировалась впервые, то определить σ невозможно. В этом случае ошибку целесообразно задавать не в виде абсолютной погрешности ε , а в виде относительной ε_1 , выраженной в долях от σ . На основании статистических данных (для относительной ошибки 0,3 и доверительности экспертной оценки 99%) количество испытуемых должно составлять не менее 74 человек.

В [12] проанализированы основные методы определения трудности понимания текста: постановка вопросов к тексту, сводка основного содержания текста, методика дополнения, экспертные оценки трудности текста испытуемыми, составление плана или схем текста, угадывание текста по буквам, интонирование, пересказ, скорость чтения текста. В нашем исследовании использовались наиболее надежные методы: методика дополнения и экспертные оценки трудности текста. Кроме того, впервые для оценки трудности понимания учебного материала для вузов использовался метод парных сравнений.

Методика дополнения — это заполнение пропусков в тексте, в котором слова через определенный интервал заменены точками. Плюсы данной методики состоят в том, что пропускается всегда только одно слово, и слова пропускаются не по усмотрению исследователя, а по строгому правилу. При использовании

данного метода следовало учесть одно обстоятельство: заполнение одного пропуска не должно зависеть от заполнения другого, только в этом случае каждый пропуск будет представлять самостоятельное задание. Для того чтобы выяснить, до какого по счету слова контекст влияет на правильность заполнения пропусков в тексте, был проведен предварительный эксперимент, в котором участвовало 50 студентов БГТУ. Испытуемым предлагали пропуск с тремя словами по обе стороны пропуска. Если они не могли правильно заполнить пропуск, количество слов увеличивалось до четырех с обеих сторон. И так до того момента, пока испытуемый не давал правильного ответа. В итоге испытуемые дословно угадывали 5,2 слова. Стандартное отклонение арифметической средней — 0,15. Это означает, что в 95% случаев заполнение одного пропуска не будет зависеть от соседних пропусков, если между ними останется шесть слов. Таким образом, далее в текстах пропускалось каждое седьмое слово. Пример отрывка с пропусками приведен ниже.

Инфляция проявляется прежде всего в обесценении ^{1.} по отношению к золоту, товарам, иностранным ^{2.}. В ее результате уменьшается золотое содержание ^{3.} денежной единицы, поэтому цена золота растет. ^{4.} покупательной способности денег по отношению к ^{5.} проявляется в росте оптовых и розничных ^{6.}.

К каждому отрывку была составлена инструкция следующего вида:

1. Укажите номер теста.
2. Зафиксируйте время начала работы с текстом.
3. В данном отрывке текста пропущено каждое седьмое слово. Запишите на листы ответов слова, которые больше всего подходят в эти пропуски.
4. Зафиксируйте время окончания работы с текстом.

После проведения эксперимента возник вопрос: оценивать ли синонимы к пропущенным словам правильными ответами? Исследователи, работающие на базе английского языка, правильными считают только те слова, которые употребил автор, а в отечественной практике правильными считаются все ответы, подходящие по смыслу. В экспериментах [13, 14] более точные результаты дает методика, при которой правильными ответами считаются все контекстуально-подходящие слова, поэтому было решено использовать ее в качестве верной. Решение об удовлетворительных/неудовлетворительных заменах выносили специалисты.

Анализ заполнения пропусков испытуемыми показал, что выбор в пользу методики, в которой правильными считаются все словарные и

контекстуальные синонимы, был разумным. Например, в предложении «Раскрытию сущности этого явления посвящены исследования Гегеля, Прудона, К. Маркса, Ф. Энгельса, В. И. Ленина и других экономистов и философов» (тест № 17) студенты вместо пропущенного слова «исследования» вставляли такие слова, как «труды» и «работы». Специалистом было вынесено суждение, что в данном контексте эти слова являются синонимами, поэтому считать ответы неверными было бы неправильно. В других случаях даже здравый смысл подсказывает считать верными следующие ответы: и *других* экономистов и философов (автор) — и *прочих* экономистов и философов (студент); *раскрывая* систему представлений (автор) — *описывая* систему представлений (студент); границы которой *определяются* и защищаются (автор) — границы которой *устанавливаются* и защищаются (студент); товары и услуги, *поступившие* в сферу потребления (автор) — товары и услуги, *входящие* в сферу потребления (студент); для удовлетворения *потребностей* человека (автор) — для удовлетворения *нужд* человека (студент) и т. д.

В результате экспериментов было получено количество неправильных ответов по каждому испытуемому. Так как число пропусков в тестах было различным, то для сравнения результатов все данные переведены в проценты. Так, наилучшие показатели среди текстов по философии выявлены при работе с тестом № 1 (верных ответов 79%), наихудшие — с тестом № 8 (36%). Среди текстов по экономической теории студенты лучше всего справились с тестом № 25 (верных ответов 73%), хуже всего — с тестом № 26 (54%).

Результаты эксперимента по всем отрывкам даны в табл. 1. Кроме того, было зафиксировано время работы с текстом (при занесении данных в таблицу учитывалось количество слов в отрывке).

Таким образом, по результатам эксперимента было получено два показателя трудности восприятия учебных текстов: процент неправильно заполненных пропусков в тексте и время работы с ним.

Второй используемый метод — *экспертные оценки трудности текста*. Суть метода заключалась в следующем: после прочтения отрывка испытуемым предлагалось оценить его трудность по семибалльной шкале: 1 — сверхлегкий текст; 2 — очень легкий текст; 3 — легкий текст; 4 — текст со средней трудностью; 5 — трудный текст; 6 — очень трудный текст; 7 — сверхтрудный текст.

Чтобы исключить поверхностное знакомство испытуемых с текстом и возможного искажения результатов при оценке его трудности, студентам перед суждением о трудности понимания

Таблица 1

Критерии трудности восприятия текста с использованием методики дополнения

Но- мер теста	Процент правильно за- полненных пропусков	Относительное время работы с текстом
1	78,82	38,55
2	77,11	30,74
3	71,02	39,29
4	53,69	35,44
5	55,19	52,86
6	65,82	35,52
7	78,29	27,20
8	35,62	45,38
9	64,69	49,82
10	49,33	41,16
11	56,24	52,43
12	62,44	33,49
13	70,36	41,26
14	55,32	37,30
15	63,58	37,52
16	61,20	35,82
17	66,14	41,03
18	66,00	32,56
19	62,31	35,06
20	58,58	28,39
21	66,88	32,60
22	61,33	30,19
23	60,26	34,29
24	72,46	32,76
25	73,24	32,38
26	53,59	23,85
27	56,57	31,77
28	57,59	27,05
29	65,62	25,80
30	56,00	37,20
31	57,61	30,67
32	55,46	28,40

текста по шкале предлагалось выписать несколько ключевых слов и выразить основное содержание отрывка одним предложением. Эти меры заставили испытуемых тщательно изучить тексты по философии и экономике.

Среди текстов по философии самым легким оказался тест № 3. Самым трудным для восприятия студентами стал тест № 8, что совпало с результатами методики дополнения. Среди текстов по экономической теории самым легким студенты назвали тест № 20, самым трудным — тест № 27.

При тестировании фиксировалось также время работы с текстом студентами при шкалировании. По результатам эксперимента найдены два показателя трудности восприятия текста: средняя оценка трудности восприятия текста и относительное время работы с ним (табл. 2).

Третий используемый метод — метод парных сравнений. Суть метода заключалась в том,

Таблица 2

Критерии трудности восприятия текста с использованием экспертных оценок

Но- мер теста	Экспертные оценки испытуемых	Относительное время работы с текстом
1	4,21	0,017
2	3,51	0,014
3	3,31	0,020
4	3,63	0,024
5	4,28	0,022
6	4,03	0,020
7	3,97	0,017
8	5,04	0,023
9	4,25	0,025
10	4,69	0,024
11	3,67	0,018
12	4,16	0,013
13	3,80	0,018
14	4,04	0,016
15	3,91	0,016
16	3,56	0,020
17	3,88	0,024
18	3,71	0,022
19	3,97	0,020
20	3,31	0,022
21	4,44	0,024
22	3,63	0,023
23	3,95	0,019
24	3,41	0,017
25	3,83	0,021
26	3,91	0,017
27	4,65	0,019
28	4,20	0,020
29	3,32	0,014
30	3,81	0,017
31	3,47	0,016
32	4,57	0,022

что каждому испытуемому предлагался набор текстов, размещенных парами, и после прочтения студент должен был указать, какой из отрывков обладает заданным признаком (в нашем случае, какой отрывок легче). Оценка каждого текста производилась путем сравнения с каждым другим текстом того же набора. Так как у нас в наборе имелось 16 отрывков по философии и столько же по экономике, следовательно, по одному предмету было составлено 120 пар. За один этап эксперимента студенту предъявлялось 8 пар текстов. Такое количество не вызывало утомления у испытуемого.

Анализ данных был проведен с помощью заполнения специальных таблиц. В каждой ячейке такой таблицы из двух сравниваемых текстов проставлялся номер того, которому испытуемый отдавал предпочтение, т. е. номер более легкого отрывка. Затем подсчитывалась частота предпочтения текста в строке и в столбце. В итоге

для каждого текста определялась сумма частот предпочтений, которая позволила произвести ранжирование. Результаты проведенного эксперимента представлены в табл. 3.

Среди текстов по философии самым легким оказался тест № 12. Самым трудным для восприятия студентами стал тест № 8, что совпало с результатами и методики дополнения, и экспертных оценок. Среди текстов по экономической теории самым легким студенты назвали тест № 29, самым трудным — тест № 21.

Выводы. Обработка и анализ результатов экспериментов позволили выявить необходимую информацию относительно трудности восприятия учебного материала для вузов по философии и экономической теории. На основании полученных данных найдены показатели трудности восприятия текста, которые в дальнейшем будут использованы в исследовании по систематизации учебных текстов для высшей школы методами многомерного статистического анализа.

Таблица 3

Критерии трудности восприятия текста с использованием метода парных сравнений

Номер теста	Сумма частот предпочтений	Ранг
1	381	13
2	748	3
3	578	10
4	629	7
5	297	15
6	554	11
7	695	4
8	262	16
9	603	9
10	317	14
11	660	5
12	790	1
13	632	6
14	470	12
15	612	8
16	760	2
17	511	10
18	649	5
19	542	9
20	632	7
21	308	16
22	663	4
23	435	13
24	777	2
25	603	8
26	495	11
27	350	14
28	483	12
29	814	1
30	635	6
31	755	3
32	338	15

Литература

1. Dale, E. The concept of readability / E. Dale, J. S. Chall // *Elementary English*. — 1949. — № 26. — P. 23.
2. Vogel, M. An objective method of determining grade placement of children's reading material / M. Vogel, C. Washburne // *Elementary school journal*. — 1928. — № 28 — P. 373–381.
3. Волчек, Е. З. Философия: учеб. пособие с хрестоматийными извлечениями / Е. З. Волчек. — Мн.: Интерпрессервис, Эксперспектива, 2003. — 544 с.
4. Спиркин, А. Г. Философия: учебник для студентов высших учебных заведений / А. Г. Спиркин. — 2-е изд. — М.: Гардарики, 2004. — 736 с.
5. Философия: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. С. Степин [и др.]; под общ. ред. Я. С. Яскевич. — Мн.: РИВШ, 2006. — 624 с.
6. Философия: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. А. Харин [и др.]; под общ. ред. Ю. А. Харина. — Мн.: ТетраСистемс, 2006. — 448 с.
7. Сажина, М. А. Основы экономической теории: учебное пособие для неэкономических специальностей вузов / М. А. Сажина, Г. Г. Чибриков; отв. ред. и руководитель авт. коллектива П. В. Савченко. — М.: Экономика, 1995.
8. Экономическая теория: учебник / Н. И. Базылев, А. В. Бондарь, С. П. Гурко и др.; под общ. ред. Н. И. Базылева, С. П. Гурко. — Мн.: Эксперспектива, 1997.
9. Экономическая теория: учебник для студентов вузов / Под ред. В. Д. Камаева. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: ВЛАДОС, 2001.
10. Экономическая теория: учебное пособие / Л. Н. Давыденко, А. И. Базылева, А. А. Дичковский и др.; под общ. ред. Л. Н. Давыденко. — Мн.: Вышэйшая школа, 2002.
11. Косова, М. М. Описательная статистика учебных текстов по физике / М. М. Косова, М. А. Зильберглейт // *Труды БГТУ. Сер. VI. Издат. дело и полиграфия*. — 2006. — Вып. XIV. — С. 167–170.
12. Невдах, М. М. Новая классификация методов определения понимания текста / М. М. Невдах, Ю. Ф. Шпаковский // *Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия*. — 2007. Вып. XV. — С. 100–103.
13. Микк, Я. А. Методика измерения трудности текста / Я. А. Микк // *Вопросы психологии*. — 1975. — № 3. — С. 147–155.
14. Рапопорт, И. А. О диагностических функциях тестовой методики дополнения / И. А. Рапопорт [и др.] // *Иностранные языки в школе*. — 1976. — № 2. — С. 31–37.

ОБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ТРУДНОСТИ ВОСПРИЯТИЯ УЧЕБНОГО ТЕКСТА ПО ХИМИИ ДЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

In the article the basic development cycles of a quantitative technique for an estimation of perception difficulty of the educational text for the higher school (on a material of texts in chemistry) are considered. With this purpose unequivocal functional dependence as the statistical formula connecting sizes of text parameters and success of understanding of the text has been determined. Creation of an objective technique will allow to give practical recommendations to authors of educational texts and editors of such texts on their optimization with a view of their more successful mastering.

Введение. В настоящее время в сфере образования происходят существенные изменения, которые не могли не коснуться учебной литературы. За последние годы выросло количество учебных изданий для высшей школы, однако их качество, по мнению специалистов, не всегда соответствует требованиям, предъявляемых к изданиям подобного типа.

Одним из основных требований к учебным текстам является их простота и доступность изложения в них новой информации. В редакционно-издательской практике вопрос доступности материала автор и редактор решают в настоящее время, опираясь лишь на свою интуицию и профессиональный опыт. Отсутствие научной методики при оценке трудности восприятия учебного текста для высшей школы определило цель работы.

Основная часть. Материалом исследования послужили тексты из учебных изданий по химии для высших учебных заведений [1—5]. В качестве испытуемых выступали 150 студентов 3-го курса Белорусского государственного технологического университета (специальности химического профиля).

Процедура определения трудности восприятия текста для конкретной категории читателей включала несколько этапов.

1. На первом этапе были найдены объективные критерии, определяющие трудность восприятия текста.

С этой целью были проведены психолингвистические эксперименты по восприятию текстов с помощью двух методик: методики дополнения и экспертных оценок трудности восприятия текста [6, 7].

По данным этих экспериментов были найдены объективные психолингвистические критерии, определяющие трудность восприятия текста. Среди них: процент неправильно заполненных пропусков и время работы с текстом (с использованием методики дополнения), средняя оценка трудности восприятия текста и время работы с ним (с использованием экспертных оценок трудности восприятия текста).

2. На втором этапе были выявлено и измерено 83 текстовых параметра, величины кото-

рых позволили оценить сложность текста [7]. Трудность восприятия и понимания учебных текстов по химии помимо общепризнанных параметров (длина текста в абзацах, средняя длина абзаца в словах, средняя длина предложения в словах, средняя длина слов в слогах, процент числа незнакомых слов и др.) может зависеть также во многом от наличия и числа в таком тексте химических и математических формул, количества таблиц и иллюстраций, числа терминов, ключевых слов и типа распределения таких слов по тексту. В связи с этим впервые было выделено 22 параметра, связанных со спецификой учебного материала по химии для высшей школы.

3. Последняя важнейшая задача исследования — анализ взаимосвязи между степенью понимания учебного текста и его сложностью, который станет основанием для разработки уравнения регрессии для определения трудности восприятия учебного текста по химии для высшей школы.

Проблема установления характера взаимосвязей и выявления степени воздействия различных факторов на трудность восприятия учебного материала решалась с помощью шагового регрессионного анализа в программе «Статистика».

Регрессионный анализ проводился по каждой зависимой переменной, и все выделенные существенные факторы заносились в табл. 1.

Для наглядности факторы можно распределить по частоте (табл. 2).

Очевидно, что чем больше встречается определенный фактор трудности текста, тем более существенным является он в оценке его трудности.

Таким образом, регрессионный анализ позволил сделать вывод о наиболее существенных факторах трудности текста. Ими оказались следующие факторы: «средняя длина предложения в словах» (9); «процент числа незнакомых слов» (53) и «процент числа сложносочиненных предложений» (65). На их основе был проведен шаговый регрессионный анализ.

Значимым оказался только один фактор — «процент числа незнакомых слов» (53). Линей-

Распределение факторов по показателям трудности текста

Показатели трудности текстов	Факторы
Y_1 (84) — методика дополнения (ответы испытуемых)	53, 69, 27, 65, 46, 55, 30, 52, 6, 79, 9, 51, 64, 38, 36, 74, 13, 80, 32, 62, 26, 59, 60, 58, 76, 22
Y_2 (85) — методика дополнения (время работы с текстом)	53, 39, 42, 63, 52, 83, 54, 73, 9, 44, 65, 68, 29, 50, 19, 16, 74, 40, 64, 57, 61, 30, 46, 77, 70, 48
Y_3 (86) — шкалирование (оценка трудности текста по шкале)	53, 2, 69, 42, 65, 75, 55, 74, 26, 27, 28, 76, 43, 77, 8, 9, 50, 41, 51, 49, 30, 54, 23, 67, 70, 79
Y_4 (87) — шкалирование (время работы с текстом)	9, 38, 57, 52, 56, 41, 81, 72, 8, 27, 4, 77, 65, 53, 55, 61, 28, 69, 75, 1, 82, 32, 34, 51, 68

Таблица 2

Распределение факторов трудности текста по частоте

Встречаемость факторов			
1 раз	2 раза	3 раза	4 раза
1, 2, 4, 6, 13, 16, 19, 22, 23, 29, 34, 36, 39, 40, 43, 44, 48, 49, 56, 58, 59, 60, 62, 63, 72, 73, 80, 81, 82, 83	8, 26, 28, 32, 38, 41, 42, 46, 50, 54, 57, 61, 64, 68, 70, 76, 79	27, 30, 51, 52, 55, 69, 74, 77	9, 53, 65

ное регрессионное уравнение на основе данного фактора имеет следующий вид:

$$Y_1 = 38,65 + 0,652X_{53}. \quad (1)$$

Коэффициент множественной корреляции равен 0,65. Несмотря на то что модель является достоверной (p -уровень значимости критерия Фишера меньше 0,05), уравнение с таким низким коэффициентом корреляции не является надежным. Кроме того, его применение будет затруднено по той причине, что в формуле используется фактор «процент числа незнакомых слов» (53). Данный признак текста определялся экспериментально, т. е. испытуемые подчеркивали незнакомые слова в тексте. Провести такой предварительный анализ не всегда возможно, поэтому следует разработать другое уравнение регрессии.

Далее, было принято решение провести новый регрессионный анализ и включить в него все признаки текстов, которые связаны с фактором 53. Корреляционная матрица выявила связь со следующими признаками: длина текста в словах (2); средняя длина слов в буквах (23); средняя длина слов в печатных знаках (24); средняя длина слов по Деверу (25); процент числа слов длиной в 13 букв и больше (34); процент числа всех терминов (в единицах) (42); процент числа неповторяющихся терминов (в словах) (43); процент числа всех терминов (в словах) (44); процент числа абстрактных (чувственных и непредметных) существительных (48); процент числа прилагательных (50); процент числа пар слов с трудностью межсловных связей выше 4 (56); минимальная трудность межсловных связей (62); количество таб-

лиц (75). Трудно понять, как с фактором «процент числа незнакомых слов» (53) связаны признаки 56 — процент числа пар слов с трудностью межсловных связей выше 4, 62 — минимальная трудность межсловных связей и 75 — количество таблиц. Но оставим их для регрессионного анализа.

Кроме того, опираясь на здравый смысл, было добавлено еще несколько признаков, таких, как процент числа неповторяющихся слов (39), процент числа неповторяющихся словоформ (40), процент числа неповторяющихся терминов (в единицах) (41), средняя частота повторения слова (64), процент числа неповторяющихся ключевых слов (78), процент числа всех ключевых слов (79).

Пошаговый регрессионный анализ с данной группой признаков для каждого показателя трудности восприятия текста выявил следующие существенные факторы: «процент числа слов длиной в 13 букв и больше» (34), «процент числа неповторяющихся слов» (39), «процент числа всех терминов (в словах)» (44), «процент числа абстрактных (чувственных и непредметных) существительных» (48), «процент числа прилагательных» (50), «минимальная трудность межсловных связей» (62) и «процент числа всех ключевых слов» (79). Следовательно, на трудность восприятия учебного текста влияют длина слов, их абстрактность, количество разных слов, процент числа терминов и ключевых слов, а также минимальная трудность связи. Влияние большинства из названных факторов на трудность восприятия текста было доказано в предыдущих исследованиях по читабельности научно-популярных текстов, материалов из

средств массовой информации. Но появились относительно новые факторы, что связано с особенностями учебного текста.

Как показывает корреляционно-регрессионный анализ для учебного материала, помимо известных факторов трудности текста (длина предложения, количество разных слов, их абстрактность), немаловажную роль играет число терминов и ключевых слов. Этот вывод должны принять во внимание не только составители вузовских учебников, но и лица, ответственные за их выпуск (в частности, редакторы). Удовлетворительное уравнение регрессии, учитывающее фактор «средняя длина предложения в словах» (9) и один из вышеперечисленных факторов, получить не удалось. Наиболее оптимальное полученное уравнение имеет вид:

$$Y_2 = 59,54 + 0,349X_{39} + 0,554X_{44} - 0,55X_{62}. \quad (2)$$

Коэффициент множественной корреляции равен 0,83. Однако применение и этой формулы затруднено из-за фактора «минимальная трудность межсловных связей» (62). Хотя сегодня статистической обработкой текста занимается компьютер, но даже ему не в силах подсчитать трудность межсловных связей по Ингве. Поэтому лучше вычислить формулу без учета этого фактора:

$$Y_2 = 3,27 + 0,713X_{39} + 0,528X_{44}. \quad (3)$$

Коэффициент множественной корреляции равен 0,72. Частная корреляция факторов «процент числа неповторяющихся слов» (39) и «процент числа всех терминов (в словах)» (44) показала, что оба фактора являются самостоятельными. Очевидно, что качество анализа текста в данном случае будет зависеть от качества подключаемых словарей к программе анализа читабельности текста. Поэтому, несмотря на хорошие показатели полученной формулы, попробуем найти ей альтернативу.

Для этой цели в шаговый регрессионный анализ были включены признаки, которые встречались 2 раза. И этот анализ не дал положительных результатов, выявив дополнительно такие наиболее существенные факторы, как «процент числа слов длиной в 6 букв и больше» (27), «процент числа глаголов» (51) и «процент числа придаточных предложений среди общего числа фраз» (69).

Далее, было решено провести анализ признаки, которые встречались 3 раза. Были выделены значимые факторы «процент числа слов в 6 слогов и больше» (38); «процент числа неповторяющихся терминов (в единицах)» (41); «процент числа простых предложений» (68), и получено следующее уравнение регрессии:

$$Y_4 = 0,034 + 0,392X_{38} - 0,43X_9. \quad (4)$$

Коэффициент множественной корреляции равен 0,61. Несмотря на невысокий коэффициент корреляции, эта формула достаточно проста в применении. Подсчет факторов «средняя длина предложения в словах» (9) и «процент числа слов в 6 слогов и больше» (38) не представляет особой трудности как при ручной, так и машинной обработке текста. Однако низкое значение коэффициента корреляции заставляет продолжить поиски более надежной формулы.

С этой целью в шаговый регрессионный анализ были включены признаки текстов из второй и третьей групп. По результатам анализа было получено две формулы. В первую вошли факторы «процент числа слов длиной в 9 букв и больше» (30), «процент числа всех терминов (в единицах)» (42) и «процент числа условных обозначений в химических реакциях» (76).

$$Y_2 = 20,24 + 0,48X_{30} + 0,58X_{42} + 0,41X_{76}. \quad (5)$$

Коэффициент множественной корреляции равен 0,78. Несмотря на то что в данную формулу не вошел фактор «средняя длина предложения в словах» (наиболее распространенный фактор трудности текста), следует полагать, что это наиболее удачная из всех разработанных формул.

Необходимо также отметить, что в формуле (3) использовался однородный фактор «процент числа всех терминов (в словах)» (44), сумма интеркорреляций которого наибольшая — 13,24. Но использование его в данной формуле понижает коэффициент множественной корреляции до 0,68. Для анализа текста без химических реакций можно воспользоваться следующей формулой (коэффициент корреляции равен 0,67):

$$Y_2 = 25,57 + 0,6X_{30} + 0,97X_{42}. \quad (6)$$

Прежде чем использовать разработанные формулы, следует определить их надежность и валидность.

Надежность уравнения зависит от следующих показателей:

- а) общей длины анализируемых отрывков;
- б) точности измерения факторов трудности текста, входящих в уравнение регрессии.

В 60—70-х годах исследователи уделяли достаточно внимания рассмотрению данных вопросов. Сегодня информационные технологии настолько усовершенствованы, что решение этих двух вопросов сводится к созданию программного обеспечения для оценки трудности восприятия текста определенной категории читателей.

Под валидностью инструмента измерений обычно понимается степень, в которой удастся измерить именно ту характеристику, которую намечались измерять при помощи данного

Значения основных показателей для созданных уравнений

Показатели	Номер формулы					
	1	2	3	4	5	6
R	0,65	0,83	0,72	0,61	0,78	0,67
R^2	0,42	0,69	0,48	0,38	0,61	0,46
Standard error	4,5	3,63	4,42	0,004	4,08	4,71
F	19,2	18,09	13,8	7,78	12,6	10,7
p	0,0016	0,000002	0,00008	0,0023	0,00003	0,0004

инструмента. В нашем случае с помощью разработанных уравнений делается попытка измерить трудность восприятия текста. Дж. Клэр выделяет три характеристики валидности [8]: а) точность моделирования читабельности текстов, взятых в основу разработки формулы; б) перекрестная валидность, которая характеризует степень совпадения показателей читабельности, вычисленных по различным формулам; в) валидность, определяемая по внешнему критерию.

Точность моделирования читабельности текстов можно оценить с помощью следующих основных показателей: множественный коэффициент корреляции (R), множественный коэффициент детерминации (R^2), стандартная ошибка оценки (standard error of estimate), F -критерий Фишера и уровень значимости критерия Фишера (F , p). Значения показателей для разработанных формул приведены в табл. 3.

Выполненный анализ показал, что все разработанные формулы являются адекватными моделями, но для практического применения следует использовать формулу, удобную для компьютерной реализации и наиболее надежную по вышеприведенным показателям. Формула (4) достаточно проста для применения, факторы «средняя длина предложения в словах» (9) и «процент числа слов в 6 слогов и больше» (38) легко рассчитать. Но формула (4) наряду с формулами (1), (3) и (6) имеет невысокий множественный коэффициент корреляции, что снижает ее надежность. Самый высокий коэффициент корреляции у формулы (2), но ее использование ограничено трудно определяемым фактором «минимальная трудность связи» (62). Таким образом, наилучшей является формула (5) с коэффициентом корреляции 0,78, F -критерием Фишера 12,6 и p -уровнем значимости 0,00003. Применение уравнения предполагает наличие словаря химических терминов.

Исходя из анализа можно сделать вывод, что для оценки трудности восприятия текста по химии можно использовать формулу (5), в которую вошли следующие факторы: «процент числа слов длиной в 9 букв и больше» (30), «процент числа всех терминов (в единицах)» (42) и «процент числа условных обозначений в химических реакциях» (76).

Выводы. Таким образом, в работе впервые разработана количественная методика оценки трудности восприятия учебного материала для высшей школы, что позволило дать практические рекомендации авторам учебных текстов и редакторам таких текстов по их оптимизации в целях их более успешного усвоения.

Результаты работы внедрены в практику ряда отечественных издательств Республики Беларусь («Вышэйшая школа», «Харвест»).

Литература

1. Карапетьянц, М. Х. Общая и неорганическая химия: учебник / М. Х. Карапетьянц, С. И. Дракин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Химия, 1992. — 592 с.: ил.
2. Пилипенко, А. Т. Аналитическая химия: кн. 1 / А. Т. Пилипенко, И. В. Пятницкий. — М.: Химия, 1990. — 480 с.: ил.
3. Стромберг, А. Г. Физическая химия: учеб. для хим.-технол. спец. вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; под ред. А. Г. Стромберга. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1988. — 496 с.: ил.
4. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии (поверхностные явления и дисперсные системы): учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. — М.: Химия, 1982. — 400 с.: ил.
5. Щербина, А. Э. Органическая химия. Реакционная способность основных классов органических соединений: учеб. пособие для студ. хим.-технол. спец. / А. Э. Щербина [и др.]. — Мн.: БГТУ, 2000. — 624 с.: ил.
6. Шпаковский, Ю. Ф. Экспериментальное определение трудности текстов по химии / Ю. Ф. Шпаковский, Н. И. Шишкина // Славянские языки: системно-описательный и социокультурный аспекты исследования: материалы респуб. научно-метод. конф. (12—13 ноября 2003 г.). — Брест: Изд-во УО «БрГУ им. А. С. Пушкина», 2003. — С. 298—301.
7. Шпаковский, Ю. Ф. Формулы читабельности как метод оценки качества книги / Ю. Ф. Шпаковский // Квалілогія книги: збірник наукових праць. — Львів, 2003. — С. 39—48.
8. Klare, G. R. The measurement of readability / G. R. Klare. — Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1963.

Сахарова Е. Г., ассистент; Клецкая З. М., доцент

ЛОГИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТОНИКА И ДИЗАЙН-ЭРГОНОМИКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ИЗДАНИЯ

Clause is devoted to problems of text inside structure in editions on methods of teaching in the modern system of higher education in Republic of Belarus. Besides, it is considered of the problems in publishing of literature on methods of teaching and its design and ergonomics.

В настоящем исследовании *целью* является комплексное изучение учебно-методических изданий в типологическом аспекте.

Главные *задачи* — выявление оптимальных средств усовершенствования методической литературы в процессе ее редакционно-издательской подготовки и выработка научно обоснованных методов редакторской обработки такого рода изданий. В связи с этим для реализации сформулированной цели и обеспечения более глубокого исследования ряд задач конкретизируется в следующих аспектах:

1) многоаспектный типологический анализ изданий;

2) библиотипология учебно-методической литературы с учетом ее структурных особенностей;

3) изучение состояния проблемы отбора и структурирования содержания учебного материала в дидактической теории и практике обучения, анализ подходов к решению проблемы структурирования учебного материала;

4) разработка требований, предъявляемых к изданиям учебно-методической литературы;

5) выработка рекомендаций редакторам и авторам.

Объектом исследования является современная учебно-методическая литература для системы высшего образования, на примере изданий для вузов.

Предметом исследования выступает процесс подготовки учебно-методических изданий (как авторской, так и издательской), а также проблемы, возникающие при работе создателей над будущими изданиями. Необходимо изучить наиболее характерные произведения этого вида литературы и выявить недостатки, выработать критерии, разработать рекомендации, в которых были бы четко и полно сформулированы конкретные требования, предъявляемые к данному виду изданий.

Актуальность проблемы нашего исследования обусловлена тем, что в современной науке (в частности, дидактической) недостаточно разработана методология отбора и структурирования учебного материала, соответствующая современным подходам к организации процесса обучения. В результате реализация этих подходов на практике значительно затрудняется или вообще становится невозможной. Очевидно, что

важнейшей проблемой при разработке учебных курсов является проблема теоретического отбора и структурирования их содержания, придания им четкости и логической обоснованности [1, 2]. Как результат грамотного подхода к реализации разрабатываемых требований на практике можно рассматривать определенную архитектуру учебно-методических изданий.

Архитектоника (от греч. *architektonike* — строительное искусство) — построение произведения. Чаще употребляется в том же значении термин «композиция», причём в применении не только к произведению в целом, но и к отдельным его элементам: композиция образа, сюжета и т. п.

Понятие архитектуры обнимает собой соотношение частей произведения, расположение и взаимную связь его компонентов (слагаемых), образующих вместе некоторое единство. В понятие архитектуры входит как внешняя структура произведения, так и построение предмета: деление произведения на части, тип рассказывания (от автора или от лица особого рассказчика), роль диалога (в художественной литературе), та или иная последовательность событий (временная или с нарушением хронологического принципа), введение в повествовательную ткань различных описаний, авторских рассуждений и отступлений и т. п. Приёмы архитектуры составляют один из существенных элементов стиля (в широком смысле слова) и вместе с ним являются социально обусловленными. Поэтому они изменяются в связи с социально-экономической жизнью данного общества, с появлением на исторической сцене новых классов и групп.

В пределах одного и того же литературного стиля приёмы архитектуры изменяются в зависимости от жанра. Каждый жанр характеризуется рядом специфических признаков, требующих своеобразной композиции.

В отраслевой литературе типы и виды в основном являются обуславливающими ту или иную архитектуру факторами.

В данном случае речь идет о логической архитектонике учебно-методического произведения. Немаловажная роль принадлежит авторскому порядку подачи материала. Автор использует теоретические и практические аспекты

предмета для формирования познавательной деятельности учащегося.

Таким образом, выработанные нами критерии структурирования учебного материала по логическому принципу восхождения от абстрактного к конкретному оказывают весьма существенное влияние на качество архитектоники учебно-методического издания, что:

- позволяет представить учебное знание в четко оформленном структурном представлении, что формирует системность мышления;
- устраняет проблему в создании системы организации изучения учебных курсов;
- позволяет «увидеть» содержание учебного курса (раздела) целиком, проследить взаимосвязи между понятиями и осознать генезис теории в рамках учебного курса;
- развивает структурно-образное мышление обучаемых.

При проектировании учебной деятельности по изучению учебного курса необходимо проведение обобщающих занятий, на которых уточняются взаимосвязи между всеми понятиями, входящими в изучаемую теорию, и образуется окончательное структурное представление об усвоенном учебном знании.

Если рассматривать теоретическое знание в завершённой форме как некоторый результат познавательной деятельности, то в этом случае главное внимание должно уделяться структуре теоретического знания как устойчивой статической системы. Как следует из данного выше определения структуры, во-первых, необходимо выявление основных элементов, из которых построено теоретическое знание, во-вторых, нужна характеристика логических отношений, существующих между этими элементами [1, С.10]. В развитой теории принято выделять следующие компоненты:

1) эмпирические предпосылки теории: ее основные факты, данные и результаты их простейшей логико-математической обработки;

2) исходный теоретический базис: главные допущения, идеализации, постулаты, или аксиомы, фундаментальные законы, или принципы;

3) логический аппарат теории: правила определения производных понятий с помощью основных, логические правила вывода, или доказательства;

4) все потенциально возможные следствия или выводы теории.

Представление этих составных компонентов неодинаково отчетливо в теориях различного типа, назначения и степени разработанности. К примеру, логический аппарат математических теорий обычно явно не описывается. Как правила определения понятий, так и правила вывода теорем из аксиом предполагаются ясными и известными. В естественных науках нередко точ-

но не формулируются и не выделяются исходные принципы и законы, в особенности на стадии их становления. Они появляются только по мере дальнейшего исследования и обоснования теории.

Основным и наиболее важным элементом теоретического знания является принцип, который органически связывает другие элементы теории в единое целое в стройную систему. Отсутствие синтезирующего знания принципа привело бы к тому, что вместо научной теории мы получили бы механическую сумму понятий, суждений и законов, хотя и связанных между собой, но не объединенных в единую стройную систему. Существенна разница между принципом и другими элементами теоретической системы. Принцип является краеугольным, определяющим элементом, который находится в фундаменте теории и подчиняет себе все ее другие элементы. При этом каждый из этих элементов раскрывает этот главный принцип, и в этом единстве они образуют единую систему данной теории.

Так, на наш взгляд, при построении логической структуры учебного материала, в первую очередь, необходимо выделить набор исходных абстракций и понятий.

2) Содержательные элементы требования:

- понимание содержания понятия «исходная абстракция»;
- знание основ способа построения научной теории;
- умение выделять исходные абстракции и понятия в рамках учебного курса или его раздела.

3) Основы требования:

- принцип восхождения от абстрактного к конкретному как важнейший гносеологический принцип;

- наличие в строении теории исходного теоретического базиса (основания теории), который состоит из системы допущений, аксиом и постулатов, фундаментальных законов и принципов;

- выявление основных понятий и исходных утверждений теории, ведущих к получению с помощью дедукции других понятий и утверждений теории.

4) Образовательные, воспитательные и развивающие функции требования, соответственно:

- умение находить исходные понятия и утверждения в качестве основы учебного курса или раздела; понимание обусловленности их появления в структуре курса (раздела); понимание роли исходных понятий и утверждений для раскрытия дальнейшей структуры теории на основе дедукции;

- формирование представлений об основах теории, понимание статуса исходных понятий в

рамках научной теории, их значимости для учебного курса (раздела);

- формирование диалектического и логического мышления, умение выделять основы научного знания.

5) Требование выделения в учебном курсе исходных абстракций и понятий взаимосвязано с педагогическими принципами. Так, например, эта взаимосвязь на общем уровне проявляется со следующими принципами: принципом научности обучения и принципом систематичности.

6) В учебном процессе возможны следующие пути реализации требования выделения в учебном курсе исходных абстракций и понятий:

- построение учебных курсов на основе дедуктивного изложения знаний;

- формирование понимания роли исходных абстракций и понятий для структуры всего учебного курса (раздела);

- моделирование в учебном процессе нахождения исходных понятий и абстракций.

7) Способы реализации в учебном процессе требования выделения в учебном курсе исходных абстракций и понятий:

- изучение учебных курсов (разделов) должно начинаться с введения (или получения в ходе первоначального изучения) исходных абстракций и понятий;

- систематичность сообщения и получения знаний должна основываться на принципах построения научной теории [4].

Что касается технической эстетики — это отрасль науки, изучающая социально-культурные, технические и эстетические проблемы формирования гармоничной предметной среды, создаваемой средствами промышленного производства для обеспечения наилучших условий труда, быта и отдыха людей. Техническая эстетика изучает общественную природу дизайна и закономерности развития, принципы и методы художественного конструирования, проблемы профессионального творчества художника-конструктора (дизайнера). А потому она тесно и неразрывно связана с дизайн-эргономикой при проектировании и разработке учебно-методических изданий.

Эргономика (от др.греч.) — научная дисциплина, комплексно изучающая производственную деятельность человека и ставящая целью её оптимизацию. Эргономика возникла в 1920-х годах в связи со значительным усложнением техники, которой должен управлять человек в своей деятельности. Первые исследования по эргономике начали проводиться в Великобритании, США и Японии. Термин эргономика был принят в Великобритании в 1949 году, когда группа английских ученых положила начало организации Эргономического исследовательского общества. В СССР в 20-е годы предлагалось название эргология, в США раньше име-

лось собственное наименование — исследование человеческих факторов, а в ФРГ — антропотехника, но в настоящее время наибольшее распространение получил английский термин. В последнее время эргономика отходит от классического определения и перестает быть строго связана с производственной деятельностью. Определение, принятое Международной Эргономической Ассоциацией (IEA) в 2007 году: «Эргономика — это область приложения научных знаний о человеке к проектированию предметов, систем и окружений, используемых им».

Эргономика изучает действия человека в процессе работы, скорость освоения им новой техники, затраты его энергии, производительность и интенсивность при конкретных видах деятельности. Современная эргономика подразделяется на микроэргономику, мидиэргономику и макроэргономику:

К концу XX века выделились три главных направления внутри эргономики:

1. Эргономика физической среды, рассматривающая вопросы, связанные с анатомическими, антропометрическими, физиологическими и биомеханическими характеристиками человека, имеющими отношение к физическому труду. Наиболее актуальные проблемы включают рабочую позу, обработку материалов, расстройств опорно-двигательного аппарата, компоновку рабочего места, надежность и здоровье.

2. Когнитивная эргономика связана с психическими процессами, такими как, например, восприятие, память, принятие решений, поскольку они оказывают влияние на взаимодействие между человеком и другими элементами системы. Соответствующие проблемы включают умственный труд, принятие решений, квалифицированное выполнение, взаимодействие человека и компьютера, акцент делается на подготовке и непрерывном обучении человека при проектировании социо-технической системы [5].

3. Организационная эргономика рассматривает вопросы, связанные с оптимизацией социо-технических систем, включая их организационные структуры и процессы управления. Проблемы включают рассмотрение системы связей между индивидуумами, управление групповыми ресурсами, разработку проектов, кооперацию, групповую работу и управление.

Таким образом, все перечисленные направления неразрывно связаны с процессом подготовки учебно-методических изданий в современных условиях. Оценка качества характеристик современных учебных материалов, их соответствие психологическим и физиологическим механизмам восприятия и усвоения информации, экологическая безопасность — важнейшие задачи, решить которые может дизайн-эргономическая экспертиза. Исследование при-

звано объединить усилия уже существующих концепций, ведущих научный поиск в русле обсуждаемых проблем, способствовать выработке единых стандартов дизайн-эргономической экспертизы. В рамках этой работы проведен анализ современных учебно-методических изданий, выпускаемых в системе высшего образования, на основании которого были выделены:

Дизайн-эргономические характеристики учебно-методической продукции.

Принципы визуализации знаний в образовании.

Дизайн-эргономическая экспертиза учебно-методических материалов на электронных, видео- и бумажных носителях.

Стандарты дизайн-эргономической экспертизы учебно-методических материалов и нормативно-правовое регулирование в этой области [5].

Прежде чем заняться разработкой того или иного вида учебно-методических материалов, необходимо обратить внимание на следующие параметры, их наличие в том или ином издании и их оформление:

Объем учебного курса. Структура темы. Объем курса, раздела, параграфа.

Структуризация содержания текста (структурные элементы). Модели структурной организации электронного текста (если планируется издание электронной версии). Требования и подбор учебного и учебно-методического материала для электронного курса. Этапы подготовки текста.

Подбор материалов. Стилль изложения. Заголовки и подзаголовки.

Оформление (форматирование/дизайн-эргономика) текста учебно-методического характера.

Требования к тексту. Психолого-физиологические особенности восприятия информации. Принципы дизайна учебных материалов (графическая концепция — шрифты, верстка, цвет др.). Анализ возможных «эргономических» дефектов текста. Некоторые практические приемы, улучшающие визуальное восприятие текста.

Иллюстрирование учебно-методических материалов, в т.ч. мультимедиа приложениями (фото, анимация, аудио- и видеофрагменты).

Особенности восприятия информации с экрана монитора (цветовое оформление, расположение объектов и др.).

Контрольно-практические материалы: вопросы, рефераты, задания, курсовые, работы, проекты, эссе, материалы к семинарам и др. Формирование заданий на основе использовании новых педагогических технологий [6].

Таким образом, конкретные положения, дающие рекомендации по построению логиче-

ской архитектоники учебно-методических материалов, а также требования по дизайн-эргономике исследуемой литературы должны стать точкой опоры при создании учебно-методического издания нового поколения в современной высшей школе.

Литература

1. Алексеев В.Е. и др. Рекомендации по разработке учебных пособий для дистанционного обучения: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по инж.-пед. спец. / В.Е. Алексеев, В.В. Усманов, В.М. Фролов; М-во общ. и проф. образования Рос. Федерации, Пенз. гос. техн. ун-т. — Пенза : Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1998. — 55 с.

2. Андреев А.А., Солдаткин В.И. Прикладная философия открытого образования: педагогический аспект. — М.: МГОПУ, 2002.

3. Андреев А.А. Педагогика высшей школы. Новый курс — М.: МЭСИ, 2002.

4. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. — М.: Педагогика, 1989. — 192 с.

5. Моисеева М.В., Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Нежурина М.И. Интернет-обучение: технологии педагогического дизайна. — М.: ИД «Камерон», 2004. — 216с.

6. Выготский Л.С. Избранные психологические исследования. — М., 1956г. — 240с.

Сахарова Е. Г., ассистент; Клецкая З. М., доцент

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ КНИГОВЕДЕНИЯ И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ В УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОМ ИЗДАНИИ

Clause is considered of questions of texts in editions on methods of teaching in the modern system of higher education in our country. Besides, it is devoted to pedagogical inclusive in texts of literature on methods of teaching and its quality publishing.

В исследовании *целью* является комплексное изучение современных учебно-методических изданий для высшей школы в их типологическом аспекте.

Главные *задачи* — выявление оптимальных средств усовершенствования методической литературы в процессе ее редакционно-издательской подготовки и выработка научно обоснованных методов редакторской обработки такого рода изданий. В связи с этим для реализации сформулированной цели и обеспечения более глубокого исследования ряд задач конкретизируется в следующих аспектах:

1) многоаспектный типологический анализ изданий;

2) библиотипология учебно-методической литературы с учетом ее структурных и жанровых особенностей;

3) изучение состояния проблемы отбора и структурирования содержания учебного материала в теории и практике обучения, анализ подходов к решению проблемы структурирования учебного материала;

4) разработка требований, предъявляемых к изданиям учебно-методической литературы;

5) выработка рекомендаций редакторам и авторам.

Объектом исследования является современная учебно-методическая литература для системы высшего образования. Исследование проводится с использованием конкретных изданий для вузов.

Предметом исследования выступает процесс авторской и издательской подготовки учебно-методических изданий, а также проблемы, возникающие при работе создателей над будущими изданиями.

Необходимо изучить наиболее характерные произведения этого вида литературы и выявить недостатки, выработать критерии, разработать рекомендации, в которых четко и полно будут сформулированы конкретные требования, предъявляемые к данному виду изданий.

Актуальность проблемы нашего исследования обусловлена тем, что в современной науке недостаточно разработана методология отбора и структурирования учебного материала, соответствующая современным подходам к организации процесса обучения в высшей школе. В результате че-

го реализация этих подходов на практике значительно затрудняется или вообще становится невозможной. Очевидно, что важнейшей проблемой при разработке учебных курсов является проблема теоретического отбора и структурирования их содержания, придания им четкости и логической обоснованности [1, 5].

В соответствии с поставленными задачами исследования представляем необходимым провести анализ дидактической и педагогической сторон книговедческого исследования методической и учебно-методической литературы. Для этого следует подробнее остановиться на рассмотрении таких понятий как «требование» или «принцип».

В научно-педагогической литературе понятие «требование» рассматривается в двух аспектах:

- как принцип, который раскрывает и конкретизирует тот или иной подход, определяющий общую стратегию теоретической, научно-исследовательской или практической педагогической деятельности [1, 6, 9, 11];

- как правило или условие, реализующее тот или иной принцип [5, 10].

Анализ научно-педагогической литературы свидетельствует о неоднозначности толкования учеными понятия «требование». В нашем исследовании мы будем придерживаться точки зрения тех ученых (В.И. Андреев, В.И. Загвязинский, М.М. Поташник, Н.М. Яковлева и др.), которые считают, что содержание любого подхода к исследованию и организации педагогического процесса конкретизируется рядом частных принципов, которые раскрываются в комплексе правил и условий их реализации и соблюдение которых обязательно для эффективной организации педагогического процесса. Эта обязательность соблюдения правил и условий отражает суть требований, предъявляемых к педагогическому процессу.

Поэтому под требованиями мы будем понимать частные принципы, которые раскрывают и конкретизируют тот или иной подход, определяющий общую стратегию теоретической, научно-исследовательской или практической педагогической деятельности.

Исходя из этого, решение нашей исследовательской задачи – определение дидактического комплекса педагогических требований к струк-

турированию учебного материала на основе восхождения от абстрактного к конкретному.

При разработке образовательных идей необходимо говорить, в первую очередь, о новых методологических подходах к отбору содержания образования и структурированию учебных курсов. Этим и определяется наш интерес к такой категории педагогической науки как «принцип обучения (образования)», который связан с понятием «требование». Педагогическая наука, рассматриваемая в ее сегодняшнем становлении, есть наука, одновременно, как теоретическая, так и прикладная, технологическая. Педагогический принцип является, пожалуй, единственной категорией, соединяющей в себе онтологический и деятельностный срезы педагогической действительности.

Каждый педагогический принцип, взятый сам по себе, определяется в педагогической литературе, прежде всего, как выражение, или отражение, определенных теоретических законов и закономерностей, привнесенных в педагогику из других наук. Это, прежде всего, законы и закономерности, привнесенные в педагогику из гносеологии, социологии, психологии, физиологии, кибернетики.

Особое значение для формулирования педагогических принципов имеют также собственно педагогические закономерности, выражающие взаимосвязь между процессами преподавания и учения как основными составными компонентами педагогической деятельности. Данные педагогические закономерности во многом, как отмечает В. В. Краевский, уходят в своих основаниях опять же таки к закономерностям психологическим [3, С.49]. При формулировании собственных педагогических принципов, кроме закономерностей, необходимо учитывать также и целый ряд других факторов. «Нужно учесть цели, которые стоят сегодня перед обучением и воспитанием, конкретные условия, в которых осуществляется педагогический процесс, возрастные и другие особенности учащихся, способы конструирования учебных и воспитательных ситуаций» [3, С.55].

Однако формулирование педагогического принципа не является лишь учитывающим конкретно-исторические условия прочтением научной закономерности, т.е. в основе педагогического принципа лежит не только соответствующая закономерность, но также и различные факторы, обуславливающие эффективность педагогического процесса. Закономерности есть описание устойчивой структуры явлений через выявление существенных взаимосвязей между ними. Совокупность педагогических закономерностей позволяет, следовательно, получить онтологическое описание педагогической действительности. Формулирование принципа с учетом других факторов, влияющих на эффективность

педагогического процесса, по сути дела, означает постепенный уход от онтологии, преодоление ее границ и выход за пределы онтологии. Самим актом такого формулирования осуществляется переход из онтологической сферы в сферу действия.

В существующем на сегодняшний день методологическом подходе этот переход осуществляется путем превращения описания в предписание, которые имеют конструирующий и предписывающий характер соответственно. Именно к этому, предписывающему моменту принципа будет обращено теперь наше внимание. Закономерность через принцип проникает в деятельностную сферу в виде требования, исходного императива.

В современной педагогической литературе педагогический принцип понимается как основное исходное положение для педагогических действий, являющееся их первым и основным ориентиром и источником. Ю.К. Бабанский определяет принципы педагогического процесса как «систему исходных, основных требований к обучению и воспитанию, выполнение которых обеспечивает необходимую эффективность решения задач всестороннего, гармонического развития личности» [2, С.43]. В.В. Краевский подчеркивает методологическое значение педагогических и, в частности, дидактических принципов как наиболее общего нормативного педагогического знания [3, С.53]. «Дидактические принципы (принципы дидактики), — как отмечает И. П. Подласый, — это основные положения, определяющие содержание, организационные формы и методы учебного процесса в соответствии с его общими целями и закономерностями. ... Выступая как категории дидактики, принципы обучения характеризуют способы использования законов и закономерностей в соответствии с намеченными целями» [8, С.287]. Б.Т.Лихачев утверждает, что именно «строгое следование педагогическим принципам активно способствует снятию, разрешению воспитательных противоречий, обеспечивает безболезненное вхождение каждого ребенка в систему коллективных отношений и усвоение им социального опыта» [4, С.97].

Системно-структурный метод проектирования учебно-методической книги позволил организовать из совокупности разнотипных знаний: научно-предметных (теоретических), процессуальных и аксиологических (оценочных) единую систему знаний, структурировав их таким образом, чтобы сформировать фоновые знания у читателя, развить у него определенные способности и готовность к деятельности, сформировать ценностное самосознание. Смена целей обучения и, соответственно, целевого назначения учебно-методической книги приводит к переосмотру ее функций за счет уточнения старых и

добавления новых. Представление объекта исследования в виде педагогической системы позволяет трактовать ее функции как проекцию целей обучения непосредственно в модели книги. Такой взгляд обеспечивает рассмотрение ее функций как общие нормативы обучения и использования конкретного учебно-методического издания в образовательном процессе, а не ограничивается их определением только как формы фиксации содержания конкретной дисциплины.

Сегодня в педагогической науке нет однозначного как качественного, так и количественного состава общепедагогических и частнодидактических принципов педагогической и учебной деятельности. Приведем здесь лишь некоторые из существующих вариантов.

Принцип, таким образом, открывает своим появлением пространство должностования. Педагогическая действительность оказывается подчиненной педагогическим принципам и начинает быть вынужденной строить и перестраивать себя, исходя из них. Принцип, с точки зрения этой действительности, формулируется как исходная норма, требующая своей дальнейшей конкретизации. Именно реализации требований, выраженных принципами, посвящена дальнейшая разработка педагогических категорий: цель образования, содержание образования, форма, метод, методика. Предельным нормативным описанием реализации заложенных в принципе требований является технология. Только технология в своих наиболее жестких формах и предоставляет возможность полноты реализации требования, поскольку полностью сосредотачивается на самом процессе этой реализации, максимально ограничивая влияние любых внешних факторов, которые могут препятствовать данному процессу.

Для совершенствования процессов формирования и развития научного стиля мышления у учащихся и разработки соответствующей педагогической технологии необходимо выделить ряд требований (принципов), которые базируются на принципе восхождения от абстрактного к конкретному и служат для построения логической структуры учебного материала. Это позволяет разрабатывать структуру содержания образования по любому учебному предмету, единственно правильную в научном отношении, и на основе этого решать проблемы:

- организации полноценной учебной деятельности;
- формирования и развития теоретического мышления;
- формирования произвольной регуляции всей жизнедеятельности;
- создания объективной основы для процессов становления и развития творческой личности в обучении.

Так, современная система высшего образования характеризуется реализацией компетентно-

стного подхода, аксиолого-праксеологической моделью познавательной деятельности, базирующейся на личностно-ориентированных технологиях обучения и отражающей гуманистическую направленность образования сегодня. Важно осознавать, что гносеологическая составляющая учебно-методического издания концентрирует в себе обобщенную научно-предметную информацию, в то время как аксиологическая синтезирует ее с субъективным отношением личности к действительности, выстраивая личностную систему ценностей и установок.

Таким образом, система функций учебно-методической и методической книги складывается из отдельных функций, реализуемых каждой из ее подсистем: предметной, когнитивной, дидактической, педагогической, аксиологической. При создании учебно-методического издания нового поколения в современной высшей школе необходимо опираться именно на тот аспект, что содержание в учебно-методической литературе и книговедческой и педагогической составляющих прежде всего отразится на качестве их содержания.

Литература

1. Андреев, В. И. Педагогика творческого саморазвития. Инновационный курс / В.И. Андреев. — Казань: Изд-во КГУ, 1996. — 566 с.
2. Бабанский, Ю. К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований / Ю. К. Бабанский. — М.: Педагогика, 1992. — 207 с.
3. Краевский, В.В. Методология педагогического исследования: Пособие для педагога-исследователя / В.В. Краевский. — Самара: Изд-во СамГПИ, 1994.
4. Лихачев, Б.Т. Педагогика. Курс лекций / Б.Т. Лихачев. — М.: Прометей, 1992. — 528 с.
5. Мельников, Г. Л. Азбука математической логики / Г. Л. Мельников. — М., 1967. — С. 6.
6. Новый иллюстрированный энциклопедический словарь / редкол.: Бородулин В. И., Горкин А. П., Гусев А. А. и др. М.: БРЭ, 1999. — С. 660, 661.
7. Орехов, Ф.А. Учебно-методический комплекс по принципам обучения: Методические рекомендации студентам к изучению и дидактической разработке принципов обучения. — Магнитогорск, 1983. — 17 с.
8. Подласый, И. П. Педагогика: учеб. пособие для студ. высших пед. учеб. Заведений / И. П. Подласый. — М.: Просвещение: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1996. — 432 с.
9. СТБ ГОСТ 7.0–2004 (ГОСТ 7.0-99, ИДТ).
10. СИБИБД. Информационно-библиотечная деятельность, библиография. Термины и определения.
11. Философский словарь / под ред. И.Т. Фролова. — М.: Политиздат, 1987. — 590 с.

**КНИГОВЕДЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КНИГИ,
ИЗДАННОЙ В ПЕРИОД 1971-1990 гг.**

In the present publication social social functions and reader's audiences are considered knigov- edcheskie typological characteristics of editions on ecological subjects, namely. The basic reader's audiences of the ecological book are revealed, analysed and compared. The structure of private social functions of editions of the ecological problematics published during with 1971 on 1990 is certain.

Введение. Данная статья посвящена исследованию книговедческих особенностей экологической книги, изданной в период с 1971 по 1990 гг., а именно социальных функций и читательских аудиторий.

Основная часть. Как известно, социальные функции книги призваны удовлетворять информационные потребности читателей, спектр и направленность которых задается конкретным обществом в конкретное время, поэтому их нельзя рассматривать как сугубо индивидуальные, не зависящие от общества. Информационная нужда входит в состав духовной потребности. В структуре духовной потребности В.А. Уханов выделяет познавательную, информационную, регулятивную и коммуникативную потребности [6]. Целевое назначение изданий по экологической проблематике может рассматриваться двояко: с одной стороны на уровне отдельно взятого читателя, а с другой стороны на уровне общества в целом. В последнем случае оно представляет собой отражение системы социальных функций, выполняемых экологической книгой на различных исторических этапах, направленных на удовлетворение информационных потребностей.

В структуре частных социальных функций изданий экологической проблематики мы выделяем информационную, коммуникативную, просветительскую, образовательную, кумулятивную, оценочную, ориентирующую, прогностическую функции, а также функцию распространения нового знания и функцию приоритета.

Посредством информационной функции книжные издания передают сведения и значения экологического характера.

Коммуникативная функция продвигает экологическое знание, тем самым ускоряя процесс развития экологической науки и направления ее прикладного применения.

Просветительская функция направлена на донесение до читателя основных, базовых (на данный момент времени) элементов. Таким образом, данная функция может восприниматься как попытка выхода на обывательский уровень из высокопрофессиональной среды.

Образовательная функция экологической литературы сопряжена с передачей знаний, адекватных проблемам экологии, которые в

текущий момент представляются устоявшимися и фундаментальными.

Кумулятивная функция экологических изданий отражает процесс накопления отраслевых сведений, которые с течением времени становятся более емкими в смысловом отношении, что способствует выработке или укреплению определенной парадигмы, которой руководствуются все ученые в данный период.

Оценочная функция рассматриваемых изданий предполагает возможность выявления потенциального направления исследований в рамках экологической проблематики, которое намечается с учетом всего того, что уже проделано предшественниками в этой области.

Ориентирующая функция дает читателю возможность понять, каково современное положение тех или иных представлений в спектре экологических наук, помогает формированию мировоззрения с учетом последних достижений в них.

Прогностическая функция связана с тем, что в ее содержании могут заключаться элементы, которые в данный момент представляют собой только гипотезы. Данная функция в наибольшей мере реализуется в таких направлениях экологического знания как «динамическая экология», «глобальная экология» и «экология цивилизации» [3, с. 11-12, 16-18].

Функция фиксации приоритета и функция распространения нового знания для книжных изданий экологической тематики имеют второстепенное значение по сравнению с такими функциями изданий журнальных.

Обозначив функциональное назначение отраслевой книги, необходимо подчеркнуть, что ее читательское назначение (адрес), показывает, каким общественным группам адресованы издания экологической проблематики.

По мнению И.С. Соколовой издания по естественным наукам, в том числе и по экологической тематике, характеризуются суженным читательским адресом [5]. При этом можно говорить об особых группах читателей, для которых они предназначены в первую очередь, а также о читателях, обращающихся к ним в определенных случаях.

Отметим, что анализ проблемы читательского адреса экологической книги комплексно (с учетом всех возможных читательских групп и всех видов изданий) до сих пор не проводил-

ся. Рассматривались читатели-ученые, занятые непосредственно в области экологических наук, которыми востребуются в основном научная литература; инженерно-технические работники, пользующиеся отдельными изданиями экологической тематики; различные категории читателей научно-популярных изданий по экологической проблематике [1]. Они распределялись по многим критериальным признакам. Так, М.М. Боголюбова в соответствии с классификацией специалистов-естественников выделяет среди них лиц с ученой степенью — с высшим образованием, со средним специальным и средним образованием. По должностному признаку они могут быть руководителями (директора НИИ, их заместители, заведующие лабораториями, кафедрами, руководители отделов); средними научными сотрудниками; младшими научными сотрудниками и аспирантами; лаборантами. Обратим внимание на то, что в названном ряду почти не отражены представители вузовской системы образования и науки (за исключением заведующих кафедрами), а также преподаватели техникумов (колледжей) и профессионально-технических училищ, учителя школ. Речь идет только о тех специалистах, которые работают в направлениях самой экологической сферы, но не учитываются все другие категории читателей изданий экологической проблематики. Кроме того, остается неясным, издания каких видов используют читатели названных категорий.

Нами был изучен состав читателей литературы экологической проблематики. Читательский адрес определялся путем анализа книжных формуляров тематических изданий. Выбор печатных изданий, на основе которых изучалась проблема читательского адреса, осуществлялся с учетом некоторых условий.

Во-первых, в связи с тем, что нами была предпринята попытка анализа читательских категорий экологического книгоиздания для большого временного периода, то выбор литературы для каждой пятилетки был оригинален.

Во-вторых, отобранные книги должны были отражать все тематические направления характерные для определенного периода.

В-третьих, книжная выборка должна быть представлена всем видовым разнообразием отраслевой издательской продукции экологической тематики.

В-четвертых, выпуск выделенных книг не должен был осуществляться только центральными издательствами (обязательно учитывалась продукция республиканских издающих организаций).

В-пятых, при подборе книг учитывались данные по тиражам, объемам изданий и наличию иллюстраций.

Таким образом, при изучении категорий читателей мы попытались учесть все существую-

щее многообразие экологической книги, изданной в период с 1971 по 1990 гг.

По результатам проведенного исследования нами были выделены следующие группы непосредственных пользователей литературы экологического содержания:

1. Ученые и научные работники;

2. Преподаватели университетов и институтов, учреждений начального профессионального образования, а также учителя школ, в учебных курсах которых рассматриваются вопросы природоведческого и природоохранного содержания;

3. Студенты университетов, институтов и учащиеся профессионально-технических училищ;

4. Инженерно-технические работники, а также специалисты в смежных областях деятельности (например, медицинской).

5. Широкие круги населения.

6. Отдельно необходимо выделить аудиторию, а точнее читателей гуманитарного профиля, для которых издания экологического содержания представляют определенный интерес с профессиональной точки зрения. К ним мы относим, например, философов науки, журналистов, историков, законодателей и др.

Нами были проанализированы предпочтения читательских аудиторий, которые рассматривались с позиций характера информации, которую им нужно получить. Ученые и научные работники в процессе своей профессиональной деятельности чаще всего обращаются к научным изданиям. В случае смежных исследований существенно большее значение приобретают информационные и справочные. Обратим внимание на то, что в практике учебного книгоиздания в сфере экологических наук весьма распространен выпуск так называемых монографических учебников для студентов вузов, в которых, в частности, активно реализуется принцип межпредметных связей [2]. Такие учебники, на наш взгляд, могут использоваться не только теми, кому они предназначены, но и специалистам.

Следующая группа читателей изданий экологической тематики — преподаватели вузов, средних специальных учебных заведений и учреждений начального профессионального образования, а также учителя школ. Преподаватели вузов отличаются сочетанием педагогической деятельности и научной. В этом отношении они сближаются с научными работниками, однако педагогическая составляющая вносит существенный вклад в информационные потребности данной категории читателей.

Структура деятельности преподавателей вузов (соотношение научной и педагогической работы) может быть различной у различных преподавателей, что оказывает влияние на

формирование круга чтения этих специалистов. Л.М. Маркова выделяет четыре типа преподавателей высшей школы: преподаватели с явным преобладанием научной направленности деятельности над педагогической и противоположный тип; преподаватели, идущие от активной научной деятельности к активной педагогической, и антипод этого типа [4, с. 46-47]. На наш взгляд, для первых основными окажутся научные издания, а для вторых — учебные. Преподаватели третьего и четвертого типов будут характеризоваться смешанными, более ограниченными потребностями в научной и учебной литературе экологической тематики. Последними из названных типов преподавателей в большей степени будут востребованы издания, относящиеся к справочному и информационному виду.

Еще одной из категорий читателей экологической книги являются студенты вузов и учащиеся профессионально-технических училищ. Деятельность студентов вузов по сравнению с деятельностью учащихся наиболее многообразна. Активность студента проявляется не только в процессе учебной деятельности, но и в ходе учебно- и научно-исследовательской работы, а также самообразования. Это создает предпосылки для появления специфических информационных потребностей, которые реализуются в использовании учебными, справочными и в какой-то мере научными изданиями.

Для инженерно-технических работников различной квалификации (инженеров, техников), научных работников технического профиля основными являются издания по их специальности, издания экологической тематики в определенной степени дополняют круг профессионального чтения. Наиболее важным материалам в деятельности инженера являются сводки данных, выражаемые в виде графиков и числовых таблиц [7, с.95]. Подобные материалы удобнее всего найти в справочного типа. Кроме того, этим специалистам может потребоваться информация общего, сводного характера. Таким образом, для инженерно-технических работников и специалистов в смежных с экологической областях деятельности основными являются издания производственно-практического, информационного и справочного характера.

У широких кругов населения и читателей гуманитарного профиля чаще всего востребованы научно-популярные издания, однако последние в зависимости от направленности своей профессиональной деятельности могут обращаться к любому виду изданий.

Отдельно подчеркнем, что подход к изучению состава (групп) читателей экологической книги, а также необходимому им массиву изданий должен быть комплексным, многофактор-

ным. В качестве таких факторов выделяем сферу деятельности читателя по целевому тематическому признаку. Причем каждый из тематических разделов может характеризоваться как профильный, смежный или непрофильный для каждого отдельно взятого читателя.

В заключении представим структуру деятельности читателей отраслевой литературы и характерные для каждого сектора виды изданий, учитывающие читательский адрес и систему социальных функций, выполняемых экологической книгой для удовлетворения информационных потребностей.

Сфера деятельности по тематическому признаку:
Наука:

— смежная область: научно-популярные, информационные, справочные, учебные издания;
— непрофильная область: научно-популярные, справочные издания;

Образование:

— смежная область: научные, информационные, справочные, учебные издания;
— непрофильная область: информационные, справочные;

Практика:

— смежная область: информационные, справочные;
— непрофильная область: учебные, справочные.

Литература

1. Боголюбова, М.М. Специалисты — читатели естественнонаучной литературы и использование ими вторичных изданий / М.М. Боголюбова // Психология чтения и проблемы типологии читателей: Сб. науч. тр. — Л., 1984. — С. 125—133.
2. Бониц, М. Научное исследование и научная информация / М. Бониц. — М., 1987. — С. 60.
3. Булатов, В. И. Российская экология: Дифференциация и целостность: Аналит. обзор / ГПНТБ, ИВЭП СО РАН / В. И. Булатов — Новосибирск, 2001.— Сер. Экология. — Вып. 61. — 116 с.
4. Макарова, Л.Н. Преподаватель высшей школы: индивидуальность, стиль, деятельность: Монография / Л.Н. Макарова — М., 2000. — Ч.2. — 143 с.
5. Соколова, И.С. Естественнонаучная книга: системообразующие факторы и типологические признаки: Монография / И.С. Соколова; Моск. гос. ун-т печати. — М., МГУП, 2005. — 268 с.
6. Уханов, В.А. Сущность и функции информационной потребности в системе социальной деятельности: Автореф. дис. ... канд. филос. наук / В.А. Уханов. — Новосибирск, 1989. — 18 с.
7. Худяков, В.Л. Ученый и его творческий мир / В.Л. Худяков. — Л., 1990. — 192 с.

Петровичева Л. И., доцент БГТУ; Якушенко К. В., аспирант БГУ

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РАЗВИТИЯ ОТДЕЛЬНЫХ СЕГМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОГО РЫНКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

The article is devoted to problems of functioning and ways of improvement of the markets of unperiodical editions and printed mass-media in Republic of Belarus. The analysis of tendencies development of separate segments of the world information market is resulted.

Введение. В последние годы XX века многие государства приступили к стратегическому планированию развития национальной информационной инфраструктуры, так как информация стала играть особую, первостепенную роль в жизни современного общества. Одним из основных понятий современной рыночной экономики является информационный рынок, функционирование которого оказывает существенное влияние на развитие производства и предпринимательства.

Проблемами эффективного построения информационного рынка и его инфраструктуры занимались В. Л. Тамбовцев, С. М. Гуревич, Н. Н. Сёмкина, И. А. Стрелкова, Г. Б. Домненко, А. А. Боканов, М. Кастельс, С. Майерс и др.

Однако зарубежные исследователи не могли учитывать специфику развития Республики Беларусь: переходный характер экономики, значительное государственное влияние на информационный сектор, особенности формирования и функционирования рынков СМИ и неперидической печати. Белорусские исследователи (Т. В. Садовская, И. А. Толстик, В. М. Руденков, И. П. Воробьев, И. П. Якубук, В. В. Почечкина) внесли значительный вклад в изучение этой проблемы.

Тем не менее, теоретические и практические вопросы развития рынка неперидических изданий и печатных СМИ в Республике Беларусь, и особенно внешнеэкономическая деятельность белорусских организаций, работающих на информационном рынке, требуют дальнейшего изучения.

Основная часть. В настоящее время существует много определений как понятию «информационный рынок», так и понятию «структура информационного рынка». Так, отдельные авторы понимают рынок как совокупность средств массовой информации разных типов в отдельном регионе, государстве, предлагающих различный информационный продукт для сегментированной по интересам и потребностям аудитории [1, с. 88]. Однако, на наш взгляд, трактовка понятия **информационный рынок** — система регулирующих и организационно-экономических отношений, возникающих в процессе производства, обмена, потребления, распределения и защиты информации в товар-

ной форме [1, с. 88], является наиболее корректной.

Одна из частей информационного рынка (**сфера**) — пространство, где продукция превращается в товар и где идут процессы обмена, т.е. его продажи и покупки. Это — собственно информационный рынок. Все, что представлено в нем в момент выхода на него новой информации, является средой, которая способствует или мешает продаже или покупке нового информационного товара. К этой среде относятся 1) рынок периодических изданий; 2) рынок неперидических изданий; 3) рынок распространителей, способствующих продаже нового информационного товара; 4) рынок покупателей новой информации.

Рассмотрим некоторые аспекты развития и функционирования отдельных сегментов информационного рынка в Республике Беларусь: рынка прессы и неперидической печати.

На рынке **периодической печати (прессы)** нами были выявлены следующие тенденции развития.

Так, в течение 2005–2006 гг. во всем мире наблюдалась тенденция к увеличению газетных и журнальных тиражей и росту доходов от рекламы. Если использовать данные, полученные в результате исследования примерно десяти различных стран, то можно сказать, что рост происходил не только на развивающихся, но и на уже стабильно-развитых рынках прессы. Этот факт подтверждается и в докладе Всемирной газетной ассоциации, где приводится цифра роста — 2,3 % в 2006 г., следовательно, рост глобальных продаж газетных тиражей за пять последних лет произошел на 9,48 % [2, с. 231]. Во многих странах тиражи платных ежедневных газет сохранили свою стабильность. Нами было выяснено, что в пятерку крупнейших рынков прессы входят Китай (98,7 млн экз. газет), Индия (88,9 млн), Япония (69,1 млн), США (52,3 млн) и Германия (21,1 млн). Эти страны являются лидерами в своих регионах, однако развитие рынка прессы не везде равномерно [2, с. 233].

На рынке **неперидической печати** наблюдаются следующие тенденции:

1. Стремление к дигитализации (оцифровке) и глобализации книжного рынка. Преимуществами этих тенденций являются облегчение по-

иска, систематизация и хранение больших объемов информации. Многие исследователи и издатели выявляют определенные типы книг, непригодных для оцифровки – монографии, художественная литература [3];

2. Диверсификация книгоиздания, то есть дифференциация и целевая ориентация на разные группы потребителей [4];

3. Увеличение числа названий книг при падении их тиражей [5, с. 20];

4. На постсоветском пространстве уменьшение тиражей при высоком качестве полиграфической продукции (в этой отрасли лидирует Российская Федерация) [5, с. 20];

5. Падение интереса к чтению у молодой аудитории, что характерно для большинства стран Евросоюза, однако в США и на рынках Азии такого явления не наблюдается [6];

6. Низкие темпы роста продаж книжной продукции на фоне достаточно динамичного роста других областей индустрии развлечений и медиа в мире. Так, например, мировая индустрия звукозаписи в 2004 г. выросла, по оценкам PricewaterhouseCoopers, на 5,7 % относительно показателя 2003 г. до 38 млрд долл., а мировые продажи книг в 2004 г. выросли всего на 1,5% по сравнению с предыдущим годом и составили 107 млрд долл. [6];

7. На книжный сектор, по сравнению с другими отраслями информационного рынка, менее всего влияют новые технологии, тем не менее предполагается, что сегмент электронных книг продемонстрирует высокие темпы роста [6];

8. В развитых западных обществах наметилась тенденция к тому, что люди под влиянием рекламных кампаний, направленных на «раскручивание» литературных произведений для массового читателя, перестают интересоваться классической литературой, довольствуясь интерпретированным контентом [6];

9. Ориентация на суженный («урезанный») репертуар произведений известных писателей и жанров (издание и переиздание избранных, отдельных произведений) [7];

10. Деформация структуры репертуара по возрасту (перекос репертуара книгоиздания для детей и юношества в сторону издания книг для дошкольного и младшего школьного возраста) [7];

11. Деформация структуры репертуара по жанрово-тематическим предпочтениям («перекос» в жанрово-тематическом репертуаре в сторону издания литературы «легких», развлекательных жанров);

12. Уменьшение переводов актуальной «социально-критической» современной литературы;

13. В странах Европейского Союза происходит кризис перепроизводства, однако в США

и на рынках Азии такого явления не наблюдается.

Рассмотрев важнейшие сегменты мирового информационного рынка, можно привести некоторые статистические данные и по Республике Беларусь. Так, информационный рынок страны по состоянию на 1 августа 2007 г. представляют 1244 печатных периодических издания, 9 информационных агентств, 60 программ телевидения, 156 программ радиовещания, 629 издательств.

В связи с рассмотренными показателями и статистическими данными можно выделить некоторые проблемы: правовые, экономические, организационные, выявленные автором.

Правовые проблемы в данной сфере состоят в следующем:

1. Не соответствие действующего Закона о печати изменившимся реалиям общественно-политической и социально-экономической жизни государства и общества, а также новому гражданскому законодательству [8];

2. Наличие нерешенных вопросов, связанных с выработкой законодательной практики отнесения тех или иных информационных ресурсов, расположенных в сети Интернет, к сетевым СМИ [9, с. 160];

3. Неприсоединение Республики Беларусь к государствам, подписавшим Флорентийское соглашение о ввозе материалов образовательного, научного и культурного характера на льготных условиях, что тормозит развитие выхода книжной продукции на внешние рынки [10, с. 170].

Также существуют и экономические проблемы в данной сфере:

1. Постоянный рост цен на сырье, материалы, услуги в стране (так, в течение 2006 г. стоимость 1 т бумаги выросла с 1,5 до 1,9 млн. рублей, или в среднем на 22 %, полиграфических услуг — в среднем на 10 %, почтовые тарифы на II полугодие 2006 г. по сравнению с I полугодием – на 10 %) [11, с. 17];

2. Несовершенная система налогообложения издательств (фактически не работает механизм возврата НДС экспортерам и формируется двойное налогообложение). Так, в России экспорт в Беларусь поставлен в более худшие условия, чем экспорт в другие страны. Согласно общим правилам факт экспорта продукции необходимо подтвердить в течение 180 дней с даты оформления ГТД, а при экспорте в Беларусь — в течение 90 дней. Ранее белорусские предприятия брали книжную продукцию у партнеров на чистую консигнацию, но при ограниченном сроке подтверждения экспорта использование этой самой удобной схемы крайне затруднено. Сложностей добавляет и разница в размере НДС на книги: в РФ — 10 %, в РБ —

18 %. Данная ситуация приводит к росту издержек у издательских компаний, уменьшению прибыли, вынужденному занижению фактических тиражей [11, с. 17].

3. Невысокая экономическая возможность государственных издательств и редакций печатных СМИ по выезду за пределы стран СНГ для участия в международных выставках и ярмарках из-за отсутствия высоких и стабильных доходов для маркетингового продвижения информационных товаров на внешние рынки;

4. Недостаточная прозрачность информационного рынка — нет открытых данных по оборотам негосударственных компаний (наличие серого бизнеса, когда идет сокрытие прибыли от количества реализованной продукции, не учит допечатки тиражей). При такой ситуации отсутствует официальная статистика продаж негосударственных компаний и организаций, невозможно точно подсчитать объем и потенциальную емкость информационного рынка, что свидетельствует о высоких рисках для потенциальных инвесторов.

5. Недостаточно техническая и технологическая развитость информационного рынка по сравнению с мировыми показателями, рассмотренными ранее.

Существуют институциональные и организационные проблемы, а именно:

1. Недостаточное развитие и дальнейшая модернизация товаропроводящих организаций информационного рынка за рубежом (наибольшее взаимодействие белорусский информационный рынок имеет со странами СНГ — Россией, Украиной, Казахстаном (в 2006 г. объем экспорта белорусской продукции в Российскую Федерацию через субъекты товаропроводящей сети составил 122,2 тыс. долл. США, за первое полугодие 2007 г. — 98,6 тыс. долл. США.), в меньшей степени со странами Европы — Польшей, Германией (объем поставок книжной продукции на рынок Федеративной Республики Германии в 2006 г. составил 4,3 тыс. евро, в первом полугодии 2007 г. — 821 евро.) [12, с. 25];

2. Падение интереса к чтению у белорусов, особенно у молодой части читательской аудитории (по опросам, проводимым исследовательским центром Белорусского государственного университета, выявлено, что на вопрос «Как часто вы читаете книги?» получены ответы «Один или несколько раз в неделю» — 21,5 %, «Не читаю вообще» — 15,4 % респондентов, на вопрос «В литературе какой тематики Вы нуждаетесь?» получен ответ «Не нуждаюсь» — 68 %, а на вопрос «Какие современные белорусские издательства Вы знаете?» — ответ «Не знаю белорусских издательств» — 69,4 % опрошенных) [13]. Эту мысль подтвердил и Президент Республики Беларусь А.Г. Лукашенко

на встрече с работниками газеты «СБ», отметив, что согласно опросам общественного мнения последние два года интерес читателей к печатным СМИ хоть немного, да снижается. У нас появляются новые конкуренты — интернет-ресурсы [5, с. 2];

3. Дефицит квалифицированных кадров по продажам информационного продукта на внутреннем и внешнем рынках. Об этом свидетельствует недостаточное применение маркетинговой стратегии по выходу продуктов информационного рынка за рубеж;

4. Недостаточное количество реально действующих организаций (ассоциаций) по взаимодействию белорусского информационного рынка с другими странами (например, по сведениям Ассоциации книгораспространителей независимых государств созданная Белорусская ассоциация книгоиздателей и книгораспространителей фактически не функционирует, так как не имеется информации даже о количестве ее членов).

5. Отсутствие компаний, способных стать достойными конкурентами на глобальном информационном рынке.

В связи с выявленными тенденциями и существующими недостатками на белорусском информационном рынке, далее можно привести отдельные пути совершенствования информационного рынка страны:

– повышение конкурентоспособности редакций и издательств на внешних рынках путем совершенствования содержательного наполнения, улучшения дизайна и верстки изданий и программ, улучшение качества менеджмента редакций и издательств;

– разработка эффективных маркетинговых стратегий отдельными крупными издательствами — более детальное изучение потребительских предпочтений, повышение уровня информированности потребителей о новинках книжного рынка;

– развитие интернет-торговли книгами, появление книжных интернет-магазинов — привлечение более молодой части аудитории, появление дополнительного канала сбыта;

– принятие в законопроектах механизмов правового регулирования СМИ;

– создание на базе одного или нескольких издательств или редакций СМИ издательского дома;

– создание одинаковых условий для хозяйствующих субъектов издательской отрасли Беларуси и России;

– признание книги как «товара первой необходимости» и внесения ее в потребительскую корзину;

– усиление государственной поддержки по выходу продуктов, созданных на белорусском информационном рынке, за рубеж;

- реанимирование ассоциаций издателей и книгораспространителей;
- необходимость создания национальной программы по пропаганде и поддержке чтения;
- присоединение Республики Беларусь к мировым соглашениям в сфере книгоиздания, электронных и печатных СМИ (в первую очередь в рамках СНГ);
- создание единого информационного пространства СНГ, результатом которого может стать решение таких кардинальных вопросов как двойное налогообложение и высокие таможенные пошлины, улучшение культурных связей;
- необходимость создания межгосударственной программы по пропаганде и поддержке чтения;
- разработка межгосударственных (в первую очередь со странами СНГ) льготных тарифов на почтовые услуги, авиа и железнодорожные перевозки продуктов информационного рынка;
- инициировать открытие в каждой столице стран Содружества книжного магазина «Дружба» с площадью в зависимости от численности — от 5 до 20 тыс. кв. м., где реально можно будет представить все книги, издаваемые на постсоветском пространстве.

Выводы. Таким образом, все приведенные доказательства говорят о необходимости дальнейшего изучения отдельных сегментов информационного рынка. В связи с этим приведенные пути совершенствования данных сегментов позволяют выявить мероприятия, которые возможно выполнить для дальнейшего выхода печатных СМИ и книгоиздания на иностранные рынки.

Литература

1. Якушенко, К.В. Современные организационно-экономические тенденции развития мирового издательско-полиграфического комплекса / К.В. Якушенко // Журнал международного права и международных экономических отношений. — 2006. — № 4 (39). — С. 86–91.
2. Семак, Е.А. Глобализация и интернационализация экономики: курс лекций: в 2 ч. Ч.1 / Е. А. Семак. — Минск: Изд-во БГУ, 2004. — 103 с.
3. Основные тенденции мирового книгоиздания // Единое окно: лента новостей [Электронный ресурс]. — Москва, 2007. — Режим доступа: http://window.edu.ru/window/news?p_news_id=14249. — Дата доступа: 10.12.2007.
4. Чудинова, В. П. Информационный потенциал личности: чем он обусловлен / В. П. Чудинова // Library.ru [Электронный ресурс]. — Москва, 2007. — Режим доступа: http://www.library.ru/1/sociolog/text/article.php?a_uid=284. — Дата доступа: 03.02.2007.

5. Министерство информации Республики Беларусь подвело итоги развития книгоиздания в стране // Рэспубліка. — № 11 (4434). — 19 янв. 2008. — 26 с.
6. На Западе перестают читать книги // РосБизнесКонсалтинг. — М., 2007. — 360 с.
7. Чудинова, В. П. Социодинамика и «кризис» детского чтения / В. П. Чудинова // Русская ассоциация читателей [Электронный ресурс]. — Москва, 2006. — Режим доступа: http://www.rusreadorg.ru/issues/c2006/00_chudinova.htm. — Дата доступа: 12.02.2006.
8. Материалы Коллегии Министерства информации Республики Беларусь, 2006 год / Министерство информации Республики Беларусь — информация с грифом «для ограниченного пользования».
9. Дрыганов, В.Н. Цифровой век и право: на пути к информационному обществу / В.Н. Дрыганов С.С., С.С. Лосев. — Минск: Тонпик, 2005. — 304 с.
10. Ничипорович С.А. Развитие издательско-полиграфического комплекса Беларуси в условиях становления рыночных отношений / С. А. Ничипорович. — Минск: Харвест, 2001. — 176 с.
11. Макаров, Д. Источник знаний в тенетах проблем / Д. Макаров // Директор. — № 7. — 2007. — С. 17.
12. Внешняя торговля товарами Республики Беларусь за январь–октябрь 2006 г. — Минск, 2006. — 90 с.
13. Анкетирование респондентов Республики Беларусь в сфере книгоиздания, 2007 год / Министерство информации Республики Беларусь — информация с грифом «для ограниченного пользования».

УДК 681.3.06

Кудрявцев В. И, профессор; Романенко Д. М., ст. преподаватель;
Стрельский П. П., студент; Жибрик Ю. И., студент

ЗАЩИТА ЦЕЛОСТНОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУБЛИКАЦИЙ НА ОСНОВЕ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН

The article is devoted to system engineering of electronic publications within the limits of educational process (the edition of laboratory and practical works in an electronic kind) on the basis of virtual machines. The key moment is maintenance of integrity the system and its separate components. The task in view is solved at a level of the register of operational system, interdictions of file system NTFS and use of specialized programs keylogger.

Введение. В настоящее время дистанционное образование всё более рассматривается как совокупность новых приёмов, связанных с информатизацией образования в целом. Одной из главных целей информационного дистанцирования в нашей стране может служить повышение объективности оценки знаний в высшей школе, а также повышение качества, эффективности и гибкости образовательного процесса. Для развития дистанционного способа обучения необходимо решить следующую задачу: разработка системы издания лекционных, практических и лабораторных курсов.

Основная часть. Ключевым моментом при решении поставленной задачи является разработка системы издания лабораторных и практических работ, составляющих большую часть учебной нагрузки в высшей школе, в информационной форме. К такому изданию должны быть предъявлены следующие требования:

- 1) методическая полнота сопровождения лабораторных и практических работ при условии выполнения всего курса работ на компьютере;
- 2) защита от фальсификации выполненных работ;

- 3) автоматизация проверки выполнения работ;
- 4) автоматизация процесса сдачи-приёмки курса работ и учёта результатов.

Отметим, что для такого рода систем должна быть создана специальная программная оболочка, например, на основе виртуальных машин, которая будет соответствовать следующим требованиям:

- 1) иметь интерфейс, гарантирующий предусмотренную методикой форму и порядок выполнения работ при установке практикума на различные компьютеры с различными операционными системами;
- 2) иметь высокий уровень защиты от копирования, подмены результатов, пользователя или практикума;
- 3) предназначен для автономного выполнения работ на локальном компьютере;
- 4) иметь структуру совместимую с интерфейсом автоматизированной системы проверки результатов и приёма-сдачи работ.

Таким образом, общую схему оболочки для издания лабораторных и практических работ можно представить следующим образом (рисунок 1).

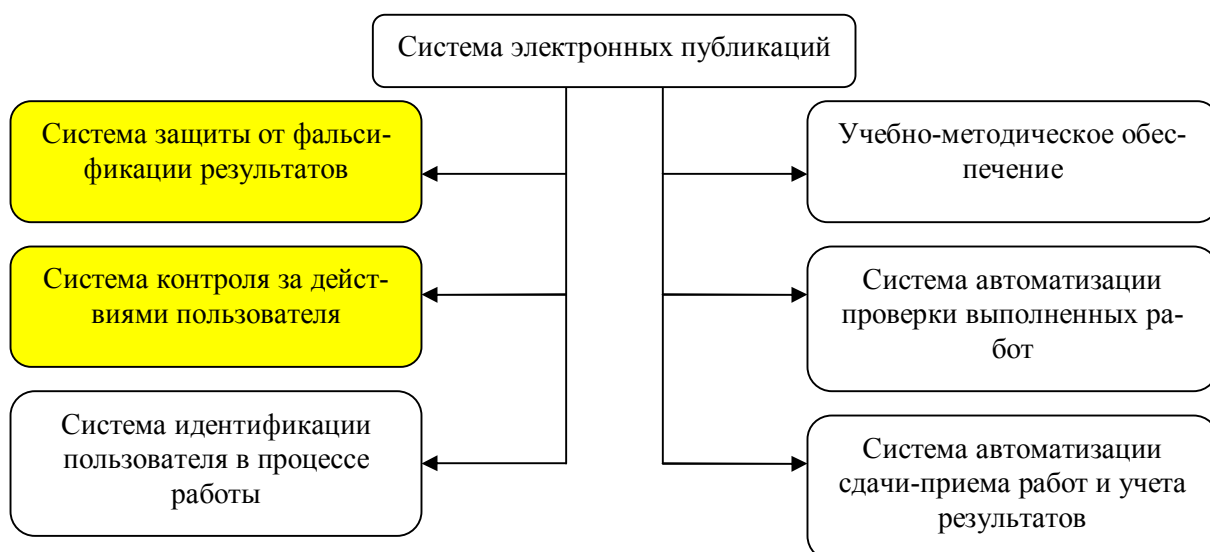


Рис. 1. Общая схема системы издания электронных публикаций

Рассмотрим основные принципы функционирования такой системы издания электронных публикаций.

1. Система издания лабораторных и практических работ представляет собой образ ОС и дистрибутив программы, эмулирующей работу ОС, в которую интегрированы все необходимые учебно-методические пособия и шаблоны (файлы) с заданиями для выполнения, электронные конспекты лекций, а также автоматическую систему проверки правильности их выполнения.

2. Шаблоны (файлы) задания, а также виртуальная ОС защищены системой идентификации, которая может базироваться на методах криптографии и помехоустойчивого кодирования.

3. Вся система в целом и ее составляющие элементы защищены от копирования и перемещения, а также других способов фальсификации результатов.

4. За действиями пользователя при помощи реестра, журнала событий, а также специализированных программ ведется постоянный контроль, на основании чего делаются выводы о процессе выполнения работ.

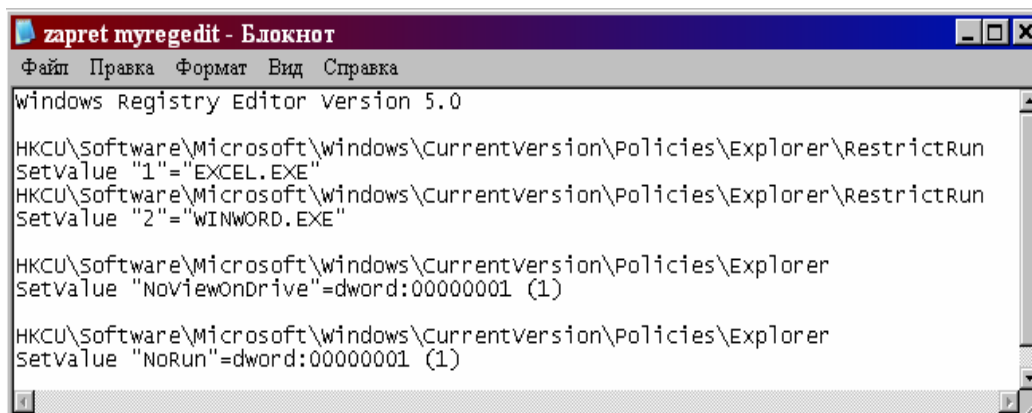
5. В процессе выполнения работ периодически должна осуществляется идентификация пользователя.

6. Интегрированная система автоматизации сдачи-приема работ и учета результатов (например, в виде тестов) позволяет оценить уровень знаний обучаемого.

Очевидно, что одной из ключевых *задач* при разработке и использовании систем электронных публикаций для издания лабораторных и практических работ является обеспечение высокого уровня защиты целостности всей среды в целом, что включает в себя разработку методов защиты от копирования, подмены результатов, пользователя или практикума, а также систему контроля за действиями пользователя.

Поставленная задача решается двумя методами:

1. При помощи реестра операционной системы и возможности управления правами файловой системой NTFS запрещается доступ ко всем ключевым элементам системы электронных публикаций, а также использование какой-либо дополнительной информации и программного обеспечения путем закрытия доступа к любым внешним носителям информации. Так запрещение запуска всех приложений, кроме, например, word и excel, доступа к диску А, а также использования команды *выполнить* можно реализовать при помощи следующих строк для файла реестра (рисунок 2).



```
zapret myregedit - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
windows Registry Editor version 5.0

HKCU\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Policies\Explorer\RestrictRun
SetValue "1"="EXCEL.EXE"
HKCU\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Policies\Explorer\RestrictRun
SetValue "2"="WINWORD.EXE"

HKCU\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Policies\Explorer
SetValue "NoViewOnDrive"=dword:00000001 (1)

HKCU\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Policies\Explorer
SetValue "NoRun"=dword:00000001 (1)
```

Рис. 2. Фрагмент программного кода файла реестра для обеспечения целостности системы электронных публикаций.

2. Контроль за действиями пользователя после проведенного анализа средств windows (журнал событий) и сторонних программ предложено осуществлять при помощи программы StatwinPro, которая позволяет запоминать действия пользователя: время входа/выхода пользователя в систему, время запуска и открытия программ, интенсивность действий пользователя (количество щелчков мыши), время работы фоновых процессов и т.д. Вся информация сохраняется в отдельный текстовый файл, разработав к которому программу-анализатор, можно будет в удобной форме получать информацию о процессе выполнения лабораторных и практических работ.

С целью минимизации требований, предъявляемым к персональным компьютерам, на которых предполагается выполнение различных лабораторных работ с использованием представленной системы, был написан *reg*-файл, фрагмент которого представлен на рисунке 3.

Выводы. Основными достоинствами предложенной системы электронных публикаций в рамках образовательного процесса могут явиться:

- практическая независимость от программного обеспечения, установленного на компьютере пользователя;
- рабочая среда, оптимально настроенная для выполнения курса работ;

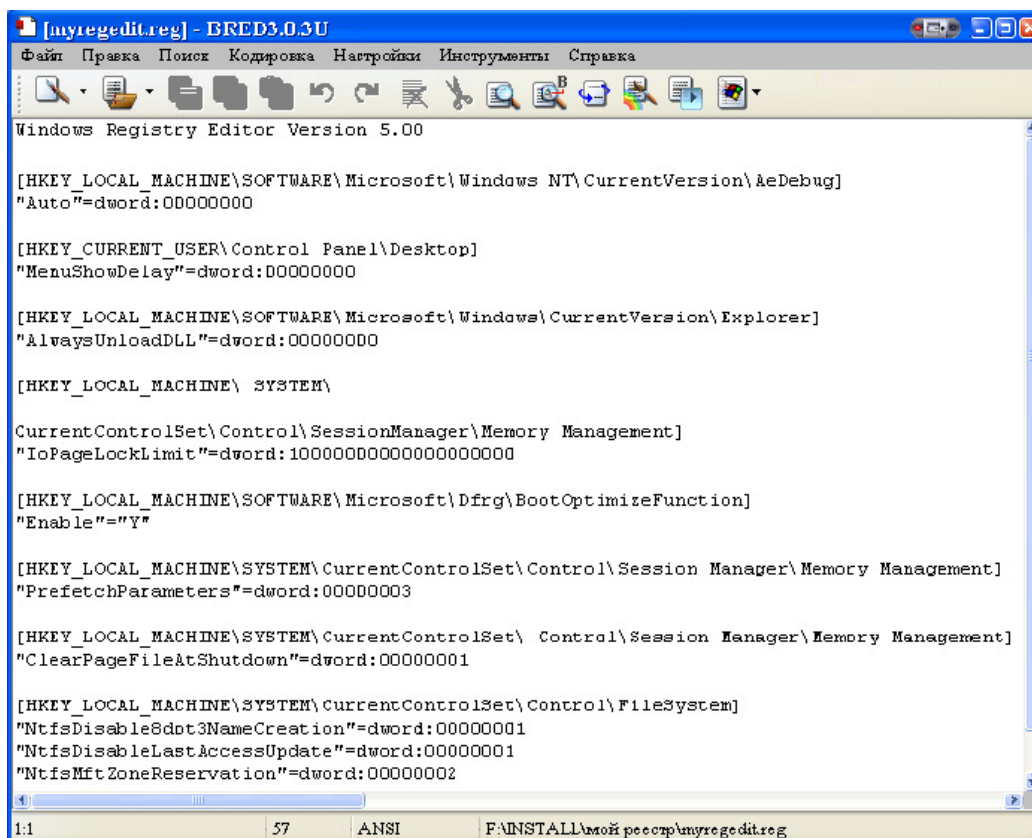


Рис. 3. Фрагмент файла реестра для минимизации требований, предъявляемых к персональным компьютерам, на которых предполагается использование системы электронных публикаций.

– развитая базовая система защиты и контроля автономной операционной системы, которая совершенствуется вместе с совершенствованием версий операционной системы;

а недостатками:

– потребность в дополнительных объёмах оперативной памяти и установке дополнительного ПО поддержки виртуальных машин.

Таким образом, разработана общая структура системы издания лабораторных и практических работ, позволяющая достичь высокого уровня защищенности от фальсификации вы-

полняемых работ и автоматизации приема/сдачи. Предложены и реализованы методы обеспечения целостности системы и отдельных ее элементов, базирующиеся на возможностях реестра и файловой системы NTFS, а также методах криптографической защиты информации и помехоустойчивого кодирования.

Литература

1. Андреев, А.Г. Microsoft ® Windows XP: Home Edition и Professional. Русские версии / Под общ ред. А.Н. Чекмарева. – СПб., 2003. – 640 с.

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ СИНТЕЗА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СТРУКТУР РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

The paper presents a discussion of implementation of on-line computational structures synthesis theory in the field of printing complex. Theory principal terms are determination of time hierarchy levels through peaks of computational algorithm graph (CAG) of a printing complex and feasibility of CAG route in on-line version

Введение. Современный полиграфический комплекс представляет собой сложную аппаратно-программную систему, которую можно представить в виде множества взаимодействующих структурных компонентов – функциональных устройств (ФУ). Проектирование таких комплексов предполагает построение избыточной структуры системы или синтез всех возможных ее вариантов и последующий выбор оптимальных по заданным критериям качества. Многообразие альтернативных вариантов и недостатки эвристических методов проектирования обуславливают необходимость применения формальных методологий синтеза систем, ориентированных на возможность автоматизации проектирования. В качестве такой методологии может быть использована теория синтеза вычислительных структур реального времени.

Основная часть. Теория синтеза вычислительных структур реального времени базируется на двух основных положениях: назначении уровней временной иерархии вершинам графа вычислительного алгоритма (ГВА) реализации математической модели проектируемой системы и условию реализуемости пути ГВА в реальном времени [2]. Методология, основанная на данной теории, предполагает реализацию последовательности процедур синтеза вычислительных структур реального времени.

Условно среди ряда процедур синтеза можно выделить четыре группы соответственно четырем условным этапам синтеза:

исследования графа базовой структуры (ГБС);
разработка вычислительного графа алгоритма (ВГА);

формирование вектора временной развертки вычислительного графа алгоритма;

построение графа вычислительной структуры (ГВС).

Рассмотрим основные положения, на которых основаны процедуры двух первых этапов.

1. Основной целью исследования графа базовой структуры является определение ФУ, которые должны реализовывать операции, отождествленные с соответствующими вершинами графа вычислительного алгоритма.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 1.1. Полным путём L графа алгоритма называется путь, связывающий

одну из начальных вершин графа с одной из его конечных вершин.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 1.2. Прямоугольная матрица D размером $n \times s$, где n – множество вершин графа базовой структуры, s – множество ФУ из заданного набора, для которой

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-е ФУ реализует операцию,} \\ 0 & \end{cases}$$

отождествленную с i -й вершиной графа. Во всех остальных случаях называется матрицей соответствия.

УТВЕРЖДЕНИЕ 1.1. Если вершина v_i принадлежит множеству вершин $V(\gamma) \leftrightarrow \Delta t(\gamma)$, то данной вершине может быть назначено ФУ, для которого выполняется условие

$$\tau_i^j \leq \Delta t(\gamma), \quad (1)$$

где τ_i^j – время обработки j -м ФУ операции, отождествлённой с вершиной v_i

УТВЕРЖДЕНИЕ 1.2.

Если $S_i = \{\xi_j^{(i)}, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J_i}\}$ – множество ФУ, реализующих операцию $\varphi_i \leftrightarrow v(i) \leftrightarrow \Delta t(\gamma)$ последовательной обработки

потока данных и $\forall i, j: \tau_i^j > \Delta t(\gamma)$, то последовательность вершин $\{v(\cdot)\}$ может быть

отображена на ПКВ с длительностью цикла $\tau_k = \Delta t(\gamma)$ и количеством ступеней

$\rho = \lceil \tau_i^j / \Delta t(\gamma) \rceil$ для выбранного ФУ.

УТВЕРЖДЕНИЕ 1.3. В случае отображения последовательности вершин ГБС на ПКВ каждой из этих вершин может быть назначено любое из ФУ, способных выполнить соответствующую операцию за заданное время.

Отметим, что каждому вектору назначения соответствует свой вектор реализации, элементы которого $\{\tau_i\}$ формируются как параметры τ_i^j соответствующих ФУ.

2. Этап разработки вычислительного графа алгоритма базируется на введении буферной памяти, определении конвейеризируемых путей, свертываемых вершин, условий добавления вершин.

УТВЕРЖДЕНИЕ 2.1. Если для дуги (v_i, v_j) графа вычислительного алгоритма справедливо $v_i \in V(\gamma_i), v_j \in V(\gamma_j), \gamma_i \succ \gamma_j$, то для данной дуги должна быть выполнена операция добавления вершины, которая отождествляется с операцией хранения данных операции хранения данных на интервале $\Delta t(\gamma_i)$.

УТВЕРЖДЕНИЕ 2.2. Вершине, отождествленной с операцией хранения данных и инцидентной двум вершинам v_i и v_j с разным уровнем временной иерархии, должен быть назначен уровень временной иерархии, соответствующий наивысшему из уровней временной иерархии вершин v_i и v_j .

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2.1. Графом алгоритма с буферной памятью (ГАБП) называется граф, сформированный из ГВА путём последовательного выполнения операции добавления вершины для дуг, связывающих вершины с разными уровнями временной иерархии.

Каждой из данных вершин назначается блок памяти из условия $\tau_g^j \leq \Delta t(\gamma)$, где τ_g^j – время доступа (цикл запись-чтение) j-го ФУ памяти, $\Delta t(\gamma) = \min_{i,j} \{\Delta t(\gamma_i), \Delta t(\gamma_j)\}$.

Обозначим, в отличие от ГВА, ГАБП как G^{bs} . Для этого графа формируется спецификация путем расширения спецификации ГВА; каждая новая вершина отождествляется с операцией хранения. Строятся также новый вектор назначения \vec{R}^{bs} и новый вектор реализации $\vec{\tau}^{bs}$ путём введения соответствующих элементов в вектора \vec{R} и $\vec{\tau}$ ГВА.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2.2. Базисным путём называется путь $L(1)$, максимальный по времени реализации из множества полных путей первого уровня временной иерархии при отсутствии циклов у этих путей, или наибольший из циклов первого уровня временной иерархии $L_c(1)$:

$$L_B = \{L^n(1), L_c(1)\}; L_B \leftrightarrow T(L_B),$$

$$T(L_B) = \begin{cases} \max_k \{T_k^v(1)\}, k = \overline{1, K_1} \\ \max_n \{T_n^c(1)\}, n = \overline{1, N_1} \end{cases}$$

$$V_1(1) \cap V_2(1) \cap \dots \cap V_{k_1} = V(1),$$

где $T_k^v(1)$ – время реализации k-го пути первого уровня временной иерархии, $T_n^c(1)$ – время реализации наибольшего из циклов для путей первого уровня временной иерархии,

$V_k(1) | k = \overline{1, K_1}$ – множество вершин k-го пути первого уровня временной иерархии, K_1 – количество полных путей первого уровня временной иерархии, N_1 – количество циклов для путей первого уровня временной иерархии.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2.3. J-м усеченным путём γ -го уровня временной иерархии называется путь γ -го уровня временной иерархии, для множества вершин V которого справедливо

$$V(j, \gamma) = V_L(\gamma) \setminus \bigcup_{k=1}^{j-1} V(k, \gamma)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 2.1. В дальнейшем вместо указанного термина возможно использование термина "усеченный путь". Базисный путь переносится во множество усеченных путей без преобразований.

УТВЕРЖДЕНИЕ 2.3. Для цикла конвейера τ_K справедливо

$$\max_j \{\tau^{(j)}\} \leq \tau_K \leq \Delta t(\gamma),$$

где $\tau_K^{(j)}$ – время выполнения операции j-м ФУ, включенным в КВ, $\Delta t(\gamma)$ – шаг дискретизации для вершин конвейеризируемого пути.

Отметим, что для синхронной работы конвейера целесообразно выбирать $\tau_K = \Delta t(\gamma)$.

УТВЕРЖДЕНИЕ 2.4. В ступень конвейера должны входить ФУ, для которых суммарное время выполнения операций меньше или равно его циклу.

УТВЕРЖДЕНИЕ 2.5. Усеченный путь графа алгоритма L_γ , для которого не выполняется условие его реализуемости в реальном времени, может быть отображен на конвейерный вычислитель, если

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2.4. Условно-конвейеризируемым путём γ -го уровня временной иерархии L будем называть совокупность вершин $\{V_{(i)}\}, i = \overline{1, I}$, относящихся ко множеству неконвейеризируемых путей γ -го уровня временной иерархии, расположенных в порядке возрастания значения координаты вектора временной развертки $t(i)$. Обозначим I_γ – мощность множества вершин неконвейеризируемых путей уровня γ .

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2.5. Условной μ -й ступенью конвейера называется совокупность вершин условно-конвейеризируемого пути L_γ^μ , для которой справедливо

$$\begin{aligned} \min_{l \leq j \leq l_r} \{t(j)\} &= t(1) + (\mu - 1) \times \tau_K, \\ \max_{l \leq j \leq l_r} \{t(j) + \tau(j)\} - \min_{l \leq j \leq l_r} \{t(j)\} &\leq t(\gamma), \\ e: v(1), v(2), \dots, v(l-1) &\subset \bigcup_{i=1}^{\mu-1} V^{(i)}, \end{aligned}$$

где $v(1), \dots, v(l-1)$ – последовательные вершины пути L_r^y , $V^{(i)}$ – множество вершин i -й условной ступени. Условно-конвейеризируемые пути вводятся для упрощения и регулярности процедур построения блоков управления вычислительной структурой (см. раздел 3).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2.6. Множеством свертываемых вершин S_i называется множество мощностью больше единицы вершин ГБП или вычислительного графа алгоритма, являющихся прообразами одной из вершин графа вычислительной структуры.

УТВЕРЖДЕНИЕ 2.6. Операция элементарного гомоморфизма может быть выполнена над вершинами u, v графа $G=(V,E)$, если этим вершинам назначены ФУ одного типа при выполнении условия $t_u + \tau_u \leq t_v$, на одном цикле обработки данных вершинами u и v , где t_u и t_v – моменты начала выполнения операций, отождествленных с вершинами u и v соответственно, τ_u – время реализации вершины u .

Выполнение операции элементарного гомоморфизма подразумевает реализацию двух или более операций одним и тем же ФУ. Очевидно, что это возможно только в тех случаях, когда соответствующие операции реализуются на взаимно непересекающихся интервалах времени, из чего следует справедливость утверждения.

СЛЕДСТВИЕ 2.1. Свертываемым может быть любое количество вершин, которым назначены ФУ одного типа, принадлежащих одному усеченному пути и не являющихся вершинами разных ступеней конвейера.

Определение вычислительного графа алгоритма (ВГА) приведено в [1]. При этом условиями добавления вершин, отождествленных со служебными операциями, при синтезе вычислительных устройств являются: необходимость преобразования уровней сигнала, если две смежные вершины реализованы на различной элементной базе с разными уровнями логических сигналов, преобразование типа сигналов (цифровой – аналоговый и наоборот) и т.д. Рассмотрим ещё один типичный случай, характерный как для вычислительных устройств, так и вычислительных систем.

УТВЕРЖДЕНИЕ 2.7. Операция добавления вершины должна выполняться для дуг, входных по отношению к вершинам, включенным в одно из множеств свертываемых вершин, если начальным вершинам этих дуг не назначены ФУ с магистральным выходом. Выполнение операции дополнения вершины в соответствии с последним утверждением подразумевает расширение множества множеств свертываемых вершин, в которое включаются множества, каждое из которых составляют вершины, введенные в дуги, инцидентные одноименным входам вершин, включенных в одно из множеств свертываемых вершин согласно утверждению 2.6.

УТВЕРЖДЕНИЕ 2.8. Операция добавления вершины должна быть выполнена для дуги, инцидентной вершине, которой назначен блок памяти, если этот блок не работает в режиме постоянного чтения.

Смежные вершины, отождествленные с операциями записи и чтения одного блока памяти, образуют множество свертываемых вершин.

Таким образом, на данном этапе с учётом утверждений 2.6, 2.7 и 2.8 происходит двойное преобразование графа вычислительного алгоритма:

$$G \xrightarrow{ДВ} G^{БП} \xrightarrow{ДВ} G^{ВГА},$$

где $G^{БП}$ – граф алгоритма с буферной памятью, ДВ – операция дополнения вершины, $G^{ВГА}$ – вычислительный граф алгоритма. При этом построение графа $G^{ВГА}$ сопровождается формированием спецификации его вершин, вектора назначения \vec{R} и вектора реализации $\vec{\tau}^{ВГА}$.

УТВЕРЖДЕНИЕ 2.9. Необходимым условием реализуемости вычислительной структуры в реальном времени является выполнение для всех не-конвейеризируемых путей вычислительного графа алгоритма условия $\sum_{i \in L} \tau(i) \leq \Delta t(\gamma)$, где L_γ – усеченный путь уровня γ .

Рассмотренные положения обуславливают следующую последовательность процедур синтеза вычислительных структур реального времени на первых этапах проектирования

- 1) формирование графа вычислительного алгоритма (определение 1.1);
- 2) определение полных путей графа вычислительного алгоритма (определение 2.4);

3) назначение уровней временной иерархии вершинам графа вычислительного алгоритма (определения 2.1, 2.2, утверждение 2.1);

4) назначение ФУ вершинам графа базовой структуры (определения 2.7, 2.8, утверждения 2.3-2.5);

5) формирование вектора реализации (определение 1.3);

6) формирование графа алгоритма с буферной памятью (определение 2.9, утверждения 2.6, 2.7);

7) формирование усеченных путей γ -х уровней временной иерархии (определения 2.10, 2.11);

8) определение конвейеризируемых и условно-конвейеризируемых путей и ступеней конвейеров (утверждения 2.8, 2.10, определения 2.12, 2.13);

9) определение множеств свертываемых вершин (определение 2.14, утверждение 2.11, следствие 2.2);

10) построение вычислительного графа алгоритма (определение 1.4, утверждения 2.12, 2.13);

11) первая проверка реализуемости вычислительной структуры реального времени (утверждение 2.14, следствие 2.3).

Заключение. Использование рассмотренных элементов теории синтеза вычислительных структур реального времени при проектирова-

нии полиграфического оборудования позволит автоматизировать основные этапы проектирования за счет возможности автоматизации в силу высокой степени формализации данной методики, что обеспечит:

- снижение стоимости проектирования;
- сокращение сроков разработки и создания новых образцов полиграфической техники;
- возможность выбора из множества альтернативных вариантов проектируемых систем наиболее перспективных.

Сопряжение пакета прикладных программ, реализующих **все** (в т.ч. и рассмотренные в данной статье) процедуры синтеза с известными САПР позволит автоматизировать все стадии проектирования полиграфического оборудования.

Литература

1. Воеводин, В. В. Математические методы и модели в параллельных процессах / В. В. Воеводин — М.: Наука. 1989. — 296 с.
2. Кобайло, А. С. Основы теории синтеза вычислительных структур реального времени / А. С. Кобайло — Минск: БГУИР. 2001. — 201 с.
3. Жилияк, Н. А. Базовый алгоритм синтеза вычислительных структур реального времени / Н. А. Жилияк, А. С. Кобайло // Труды БГТУ. Сер. VI, Физ.-мат. Науки и информ. 2007. Вып. XV. — С. 147–150.

АЛГОРИТМ КЛАССИФИКАЦИИ НЕЧЕТКИХ МНОГОМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

The paper gives a new method of multidimensional fuzzy classification, which can be reduced to solving a linear disjunctive inequality system. The method develops the ideas of authors for realization of a retrieving mechanism based on the tree with the vertices, associated with linear inequalities, directing searching process to demanded final node. The retrieving process consists in transition from one node to another in dependence of fulfillment of the inequalities associated with the nodes. A specificity of the multidimensional fuzzy classification consists in the fact that the suggested algorithm of the retrieving tree building is oriented at minimization of the discrepancy between theoretical and experimental frequencies with which the objects are classified to given clusters. An algorithm for solving a linear disjunctive inequality system is built and theoretically approved. This algorithm is essential for building a retrieving tree. It is based on the iterative process of solving linear inequality systems by means of the residual elimination method.

Введение. Одной из интересных задач в современной рекламной деятельности является задача классификации текстовых документов. Например, при работе с документами в Интернете нередко требуется узнать, какого типа документы просматривал пользователь, чтобы адресовать ему релевантные рекламные документы. Вместе с тем, один и тот же документ может с разной степенью принадлежности ассоциироваться с теми или иными областями деятельности. Возникает задача классификации на множестве нечетких многомерных объектов, если под измерениями текста понимать определенные для него соотношения взаимных частот встречаемости ключевых слов. Предлагаемый в статье механизм использует ассоциированное поисковое дерево.

Задача построения ассоциированного поискового дерева рассматривалась авторами как альтернатива механизму перцептрона. При этом задавалась исходная таблица наблюдаемых многомерных объектов, для которых известна их принадлежность к одному из двух множеств (условно, А и В). Требовалось построить ассоциированное бинарное дерево, при движении по узлам которого со значениями каждого из заданных объектов, попадаем в требуемую конечную вершину.

Переформулировка для случая нечетких многомерных объектов выглядит следующим образом. Дано конечное множество векторов n -мерного пространства ($n > 1$) с координатами x_1, x_2, \dots, x_n . Для каждого вектора x_k известна нечеткая мера p_k принадлежности его к некоторому (единственному) классу C . Требуется построить линейную различающую функцию

$$F(x) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n.$$

Для каждого вектора x_k вводим булеву переменную $q_k \in \{0, 1\}$ и два неравенства:

$$\begin{aligned} q_k &\rightarrow a_0 + a_1x_1^k + a_2x_2^k + \dots + a_nx_n^k \geq 0, \\ a_0 + a_1x_1^k + a_2x_2^k + \dots + a_nx_n^k &\geq \rightarrow q_k. \end{aligned} \quad (1)$$

Коэффициенты a_i и величины q_k должны определяться из следующего общего условия:

$$\sum_k (q_k - p_k)^2 \rightarrow \min, \quad a_0, a_1, \dots, a_n? \quad (2)$$

Функционал (2) преобразуется к линейной целевой функции после возведения в квадрат выражения под знаком суммы:

$$\begin{aligned} \sum_k (q_k^2 - 2q_k * p_k + p_k^2) &\rightarrow \min \equiv \\ \equiv \sum_k (q_k - 2q_k * p_k + p_k^2) &\rightarrow \min \equiv \\ \equiv \sum_k (1 - 2p_k) * q_k &\rightarrow \min. \end{aligned} \quad (3)$$

Построение системы линейных дизъюнктивных неравенств. Каждое из неравенств (1) приводится к виду дизъюнктивного неравенства:

$$\begin{aligned} q_k &\rightarrow a_0 + a_1x_1^k + a_2x_2^k + \dots + a_nx_n^k \geq 0 \equiv \\ q_k &= 0 \vee a_0 + a_1x_1^k + a_2x_2^k + \dots + a_nx_n^k \geq 0 \equiv \\ q_k &\geq 0 \vee q_k \geq 0 \vee a_0 + a_1x_1^k + a_2x_2^k + \dots + a_nx_n^k \geq 0, \\ a_0 + a_1x_1^k + a_2x_2^k + \dots + a_nx_n^k &\geq 0 \rightarrow q_k \equiv \\ a_0 + a_1x_1^k + a_2x_2^k + \dots + a_nx_n^k &< 0 \vee q_k = 1 \equiv \\ a_0 + a_1x_1^k + \dots + a_nx_n^k &< 0 \vee q_k \geq 1 \vee -q_k \geq -1. \end{aligned}$$

Таким образом, получена линейная дизъюнктивная система неравенств с целевой линейной функцией и вещественными переменными.

Алгоритм. Сначала рассмотрим алгоритм для случая простых неравенств. Итак, начнем с того, что покажем, как отыскать коэффициенты a_1 и a_2 в случае двумерных векторов. Пусть дана табл. 1:

Таблица 1

x_1	2	-1	0	2	3	6	1	4
x_2	4	3	1	5	-2	3	1	3
y	≥ 0				< 0			

Запишем следующую систему неравенств:

$$\begin{aligned}
 2a_1 + 4a_2 &\geq 0, \\
 -1a_1 + 3a_2 &\geq 0, \\
 0a_1 + 1a_2 &\geq 0, \\
 2a_1 + 5a_2 &\geq 0, \\
 3a_1 - 2a_2 &< 0, \\
 6a_1 + 3a_2 &< 0, \\
 1a_1 + 1a_2 &< 0, \\
 4a_1 + 3a_2 &< 0.
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Неравенства (4) составлены согласно описанному принципу. Если найти коэффициенты a_1 и a_2 , то все множество записей будет разделено нужным нам образом на две условные половины: «0» и «1». Имеются две проблемы. Во-первых, следует избавиться от жестких неравенств («<»). Это сделать нетрудно, если ввести достаточно малую величину $\xi > 0$, такую что $c_1a_1 + c_2a_2 < 0$ можно заменить на $c_1a_1 + c_2a_2 \leq -\xi$.

Заметим, что такая замена может сделать систему неравенств несовместной, однако и исходная система может быть несовместна, так что наша основная задача – разрешить проблему несовместности системы неравенств. В иллюстративных целях зададим $\xi = 1$ и приведем все неравенства к виду « \geq »:

$$\begin{aligned}
 2a_1 + 4a_2 &\geq 0, \\
 -1a_1 + 3a_2 &\geq 0, \\
 0a_1 + 1a_2 &\geq 0, \\
 2a_1 + 5a_2 &\geq 0, \\
 -3a_1 + 2a_2 &\geq 1, \\
 -6a_1 - 3a_2 &\geq 1, \\
 -1a_1 - 1a_2 &\geq 1, \\
 -4a_1 - 3a_2 &\geq 1.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Для решения мы используем стратегию устранения невязок (СУН) [2], которая приводит к решению: $a_1 = -2, a_2 = 1$.

Итак, разделяющее неравенство получено в форме

$$-2x_1 + x_2 \geq 0. \tag{6}$$

Пусть нужно провести «разбивку» точек в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

x_1	2	-1	0	2	3	6	1	4
x_2	4	3	1	5	-2	3	1	3
y	≥ 0		< 0		≥ 0		< 0	

Снова составляем систему неравенств (для переменных a_3 и a_4).

$$\begin{aligned}
 2a_3 + 4a_4 &\geq 0, \\
 -1a_3 + 3a_4 &\geq 0, \\
 0a_3 - a_4 &\geq 1, \\
 -2a_3 - 5a_4 &\geq 1, \\
 3a_3 - 2a_4 &\geq 0, \\
 6a_3 + 3a_4 &\geq 0, \\
 -a_3 - a_4 &\geq 1, \\
 -4a_3 - 3a_4 &\geq 1.
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Решая систему неравенств (7), мы столкнулись со следующей ситуацией. Невязки невыполнимы вместе с базисными неравенствами. Следовательно, система противоречива. Это означает, что нельзя подобрать переменные a_3, a_4 в (7), чтобы разбить нужным образом записи на подмножества «0» и «1». Поступим так: просто исключим невязки, которые с базисными неравенствами дают противоречие.

В итоге не останется ни одной невязки и процесс завершится. Найдем

$$z_1 = z_2 = 0, a_3 = 2, a_4 = -1.$$

и мы получим снова разделяющее неравенство:

$$2x_1 - x_2 \geq 0. \tag{8}$$

Однако одним неравенством (8) нам обойтись не удастся, так как оно неверно разделяет точки, соответствующие исключенным неравенствам. Неравенство (8) разбивает точки так, как показано на рис. 1.

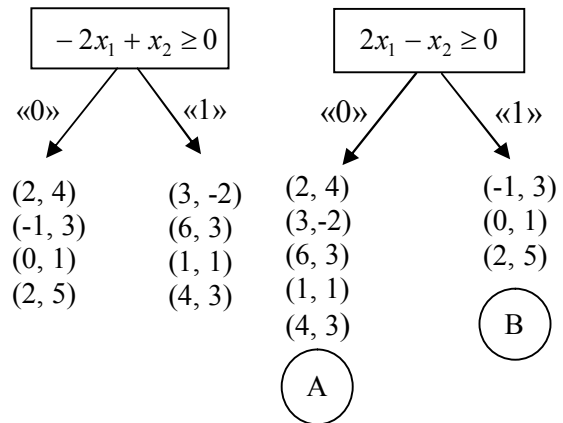


Рис. 1. Разбиение точек на множества

Легко видеть, что ни множество точек на ветви «А», ни множество на ветви «В» не являются «правильными» в смысле рис. 1. Поэтому нам потребуется еще как минимум два неравенства (по одному на каждую из ветвей «А» и «В» на рис. 1), чтобы правильно «развести» точки. Более подробное изложение можно найти в [1].

Решение задач, формализуемых системами линейных дизъюнктивных неравенств, соответ-

вует в целом решению систем простых неравенств и рассматривается для случая, имеющего следующий общий вид:

$$\begin{aligned}
 (1) \quad & x_1 \geq 0; \\
 (2) \quad & x_2 \geq 0; \\
 & \dots \\
 & x_n \geq 0; \\
 & -x_1 \geq -a_1; \\
 & -x_2 \geq -a_2; \\
 & \dots \\
 (2n) \quad & -x_n \geq -a_n, \quad (a_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}); \\
 (2n+1) \quad & (f_1^1 \geq a_{10}^1) \vee \dots \vee (f_{w_1}^1 \geq a_{w_1 0}^1); \\
 (2n+2) \quad & (f_1^2 \geq a_{10}^2) \vee \dots \vee (f_{w_2}^2 \geq a_{w_2 0}^2); \\
 & \dots \\
 (2n+k) \quad & (f_1^k \geq a_{10}^k) \vee \dots \vee (f_{w_k}^k \geq a_{w_k 0}^k).
 \end{aligned} \tag{9}$$

Неравенства с (1) по (2n) системы (9) назовем базовым симплексом.

Каждое l -ое дизъюнктивное неравенство состоит из простых неравенств $f_t^l \geq a_{t0}^l$, где f_t^l означает линейную форму от x_j ($j = \overline{1, n}$), то есть

$$f_t^l \equiv a_{t1}^l x_1 + a_{t2}^l x_2 + \dots + a_{tn}^l x_n.$$

Выполнение дизъюнктивного неравенства соответствует выполнению хотя бы одного входящего в его состав простого неравенства в данной интерпретации I . Невязкой называется такое дизъюнктивное неравенство, в котором каждое простое неравенство представляет невязку. Цель алгоритма, отыскивающего решение (выполняющую интерпретацию) для линейной системы дизъюнктивных неравенств состоит в получении системы без невязок, либо установлении факта невыполнимости системы. Последнее обстоятельство связано с получением в ходе итерации стратегии устранения невязок неравенства (дизъюнктивного или простого), представляющего стоп-невязку. Дизъюнктивное неравенство является стоп-невязкой, если каждое простое неравенство в его составе суть стоп-невязка.

Приведем алгоритм СУН для решения дизъюнктивных неравенств.

Пусть дано некоторое дизъюнктивное неравенство:

$$a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1 \vee a_{21}x_1 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2 \vee \dots \vee a_{l1}x_1 + \dots + a_{ln}x_n \geq b_l.$$

Резольвентой этого дизъюнктивного неравенства (в предположении, что $x_j \geq 0$, $j = \overline{1, n}$) называется простое неравенство вида

$$\max(a_{11}; a_{21}; \dots; a_{l1})x_1 + \dots + \max(a_{1n}; a_{2n}; \dots; a_{ln})x_n \geq \min(b_1; b_2; \dots; b_l).$$

Алгоритм СУН реализуется следующим образом:

1. $i = 1$ (i – номер блочной итерации).
2. На каждой блочной итерации выполнять СУН на матрице, построенной из резольвент текущей системы линейных дизъюнктивных неравенств, дополненной неравенствами вида $x_j \geq 0$, $j = \overline{1, n}$ до тех пор пока:

- (А) не будут удалены все невязки;
- (В) не будет получена стоп-невязка.

Для ускорения сходимости СУН для поиска переменной и невязки, из которой определяется подстановка, применяется градиентный метод. При этом подстановки проводим одновременно как в систему из резольвент, так и в основную систему.

В случае (В) устанавливается невыполнимость системы. В случае (А) – переход на следующий шаг.

3. Если в основной системе нет невязок, то решение найдено, иначе повторение шага 2.

Теорема. Стратегия устранения невязок финитна при решении задачи с дизъюнктивными ограничениями [2].

Заключение. Предложенный алгоритм классификации текстовых документов может быть использован, например, в задаче профилирования пользователей Интернет. Под профилем пользователя понимается множество областей деятельности, к которым он/она имеет интерес. Тогда можно целенаправленно адресовать такому пользователю интересующие его документы, а не забрасывать его почтовый ящик спамом.

Описанный подход допускает сравнительно простой пересчет коэффициентов линейной дискриминаторной функции при добавлении в систему новых данных. Выбор линейной дискриминаторной функции, вообще говоря, влияет только на сложность формируемого поискового дерева, т.к. в силу известного результата Колмогорова-Габора любую полиномиально представимую различающую функцию можно реализовать с помощью линейной функции от большего числа аргументов.

Литература

1. Герман, О. В. Теория информационных процессов и систем. / О. В. Герман, Н. Н. Дорожкина, — Мн.: БГТУ, 2007. — 222 с.
2. Дорожкина, Н. Н. Математические методы и программные средства для исследования и решения задач, формализуемых системами линейных дизъюнктивных неравенств: Автореф. дис... канд. физ.-мат. наук. / Н. Н. Дорожкина, — Ставрополь: СГУ, 2003.

Несенчук А. А., старший науч. сотрудник; Микулик Г. С., ведущий инженер-программист, ОИПИ НАН Беларуси

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ, УДОВЛЕТВОРЯЮЩЕЙ ТРЕБОВАНИЯМ РОБАСТНОГО КАЧЕСТВА

The paper represents the software complex SYS_Q1 aimed at parametric synthesis of the engineering plants control systems being subjects to substantial parameter variations. It is based on the root locus approach. Application of the complex to the printing press control system calculation is considered.

Введение. В процессе функционирования сложных технических объектов, как правило, наблюдаются отклонения их параметров от расчетных значений, которые могут быть значительными и по этой причине могут оказывать отрицательное влияние на качество и устойчивость работы этих объектов [1]. Существенное значение данный аспект имеет и для полиграфического оборудования [2, 3], поскольку неопределенность таких параметров как свойства краски, качество бумаги, интенсивность изображения и др. ухудшает качество выпускаемой печатной продукции. По этой причине большое значение имеет разработка эффективных методов построения систем автоматического управления (САУ) оборудованием, в особенности, автоматизированных методов, которые позволили бы обеспечить требуемое качество и точность работы в условиях неопределенности, а также сократить сроки проектирования систем. В работе рассматривается комплекс программ SYS_Q1, реализующий корневой метод параметрического синтеза систем, предназначенный для решения указанной проблемы в применении к офсетной печатной машине с системой стабилизации скорости вращения корневой метод [2]. Ответственным этапом при расчете систем управления с неопределенными параметрами является обеспечение робастного качества. Характеристики качества процесса управления определяются положением корней характеристических уравнений систем вида

$$s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_{n-1} s + a_n = 0, \quad (1)$$

на плоскости корней s (плоскости собственных частот). Как правило, в левой полуплоскости комплексной плоскости s задается область качества Q некоторой формы, например, трапеция, ограничивающая возможное расположение корней линиями L_{η} и L_{β} равной степени устойчивости и линиями $L_{+\beta}$ и $L_{-\beta}$ постоянного демпфирования (рис. 1), что равносильно заданию пределов изменения показателей качества системы – степени устойчивости η и колебательности β .

Рассматривается система с неопределенным параметром k , линейно входящим в коэффици-

енты (1). С целью выделения неопределенного параметра уравнение (1) преобразуется к виду

$$\phi(s) + k\psi(s) = 0, \quad (2)$$

где $\phi(s)$ и $\psi(s)$ – некоторые полиномы от комплексного переменного s .

На основании (2) получим

$$k = f(s) = -\frac{\phi(s)}{\psi(s)} = u(\sigma, \omega) + iv(\sigma, \omega) = 0, \quad (3)$$

где $u(\sigma, \omega)$, $v(\sigma, \omega)$ – гармонические функции независимых действительных переменных σ и ω .

Определяется область D таких значений k , при которых корни уравнения (3) располагаются внутри заданной области Q , т.е. качественные характеристики не выходят за установленные пределы η и β , обеспечивая тем самым Q -устойчивость системы и выполнение условия

$$k \in D \rightarrow s_i \in Q, \quad (4)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Область D таких значений k ищется в форме круга (диска) в комплексной плоскости k . С этой целью используются поля корневых траекторий кругового образа (круговые поля) [1], т.е. такие поля, для построения которых используется образ в форме окружности, заданный в комплексной плоскости k варьируемого параметра. Линии уровня поля системы вписываются в область качества, и определяется такая линия L , которая ограничивает область корней R , полностью принадлежащую области Q и отображаемую с помощью (4) на плоскость k в форме диска-образа максимально возможного радиуса r .

Вписывание линий уровня выполняется посредством построения уравнений градиента

$$\frac{\partial f^*(\sigma, \omega)}{\partial \omega} = 0 \quad (5)$$

и уравнений касательных к линии уровня поля

$$\frac{\partial f^*(\sigma, \omega)}{\partial \sigma}(-\sigma) + \frac{\partial f^*(\sigma, \omega)}{\partial \omega}(-\omega) = 0, \quad (6)$$

где $f^*(\sigma, \omega)$ – функция поля.

Центр окружности-образа располагаем на действительной оси u плоскости k , и, таким образом, для предварительной ориентации поля в плоскости s используем корневой го-

дограф Теодорчика – Эванса (КГТЭ) для заданной системы [1]. Отметим также, что вписывание поля в область Q может быть выполнено только в случае расположения центров локализации поля (т.е. точек, отображающих центр окружности образа на плоскость s) внутри области Q . Поэтому перед вписыванием следует осуществить соответствующую ориентацию поля.

Рассмотренный метод параметрического синтеза позволяет выделять некоторые области расположения корней характеристического уравнения системы, принадлежащие заданной области качества, определяющей желаемые числовые значения показателей качества (степени устойчивости и колебательности), и определять соответствующие им области значений переменных параметров, обеспечивающих заданные качественные характеристики. Метод также может быть использован для вычисления максимально возможных отклонений коэффициентов характеристического уравнения, при которых качественные характеристики системы не выходят за установленные пределы. Основное преимущество метода состоит в том, что он позволяет вычислять значения параметров системы, обеспечивающие требуемые показатели качества в случаях, когда исходная система не удовлетворяет заданным требованиям, т.е. осуществлять параметрический синтез динамических систем.

2. Комплекс программ SYS_Q1. Комплекс программ SYS_Q1 представляет собой организованную особым образом совокупность программ исследования и параметрического синтеза динамических систем на основе корневого подхода [1]. Комплекс реализован в среде программирования Visual C++. Подход, использованный в этом программном комплексе, основан на разработанных корневых методах анализа и синтеза динамических систем с неопределенными параметрами, отличается простотой и легко реализуется на компьютере.

Программный комплекс SYS_Q1 обеспечивает решение следующих основных задач:

1. Формирование в аналитическом виде уравнения корневого годографа Теодорчика – Эванса для заданной динамической системы [2, 4, 5].

2. Формирование в аналитическом виде уравнения линий уровня кругового поля для заданной динамической системы [1].

3. Построение на экране дисплея графического корневого годографа Теодорчика – Эванса – КГТЭ и заданной области качества Q .

4. Анализ динамической системы, т.е. проверка ее на удовлетворение заданным требованиям робастного качества.

5. Параметрический синтез системы, позволяющий определять значения коэффициен-

тов ее характеристического уравнения, обеспечивающих устойчивость и качество, в частности в случаях неустойчивости исходной САУ.

Рассмотрим алгоритм функционирования комплекса SYS_Q1 в соответствии с приведенным ниже в разделе 3 расчетом системы.

Вид диалогового окна, посредством которого осуществляется ввод исходной информации, представлен на рис. 1–3. Здесь полиномы $\phi(s)$ и $\psi(s)$ характеристического уравнения (2) задаются соответствующими корнями (переключатель установлен в положении «Корни»). В поля «min» и «max» вводятся соответственно минимальная и максимальная границы изменения значения σ , в поля «step q» и «step w» – соответственно шаги изменения переменных σ и ω . В поля «Ширина рис.» и «Высота рис.» вводятся требуемые размеры рисунка. В расположенные ниже поля вводится количество коэффициентов полиномов знаменателя $\phi(s)$, т.е. полюсы, и числителя $\psi(s)$, т.е. нули, передаточной функции разомкнутой системы. Далее последовательно задаются коэффициенты этих полиномов. В диалоговом окне также предусмотрены следующие возможности: для сохранения введенных исходных данных – кнопка «Сохранить», для загрузки уже существующих (ранее сохраненных в файле) данных – кнопка «Загрузить», для визуального просмотра матрицы коэффициентов базовых полиномов $E(\sigma, \omega)$, $F(\sigma, \omega)$, $P(\sigma, \omega)$, $R(\sigma, \omega)$ [1], матрицы коэффициентов основного модуля корневого годографа $F(\sigma, \omega)P(\sigma, \omega) - E(\sigma, \omega)R(\sigma, \omega)$ [1], массива координат траекторий корней – переключатель «Диагностика».

На рис. 1 показано также главное окно программы, в котором представлены: корневой годограф Теодорчика – Эванса для динамической системы, описываемой характеристическим уравнением $s^4 + 561,4s^3 + k(14,6s^2 + 2641,14s + 46570,788) = 0$ (см. раздел 3), и область качества Q трапециевидальной формы. Из рис. 1 видно, что полюсы $s_1 - s_2$ (отмечены «крестиками») не попадают в заданную область.

На рис. 2 в главном окне программы изображен корневой годограф Теодорчика – Эванса для динамической системы с «подтянутыми» полюсами (полюсы – «крестики» расположены внутри трапеции).

На рис. 3 изображено построение линий уровня для заданных радиусов, а также для радиусов, найденных при вписывании поля корневых траекторий в область качества, которое подробно рассмотрено ниже в разделе 3.

Язык программирования комплекса: C++; процессор: Pentium 4; программная среда: Microsoft Windows не ниже версии 2000.

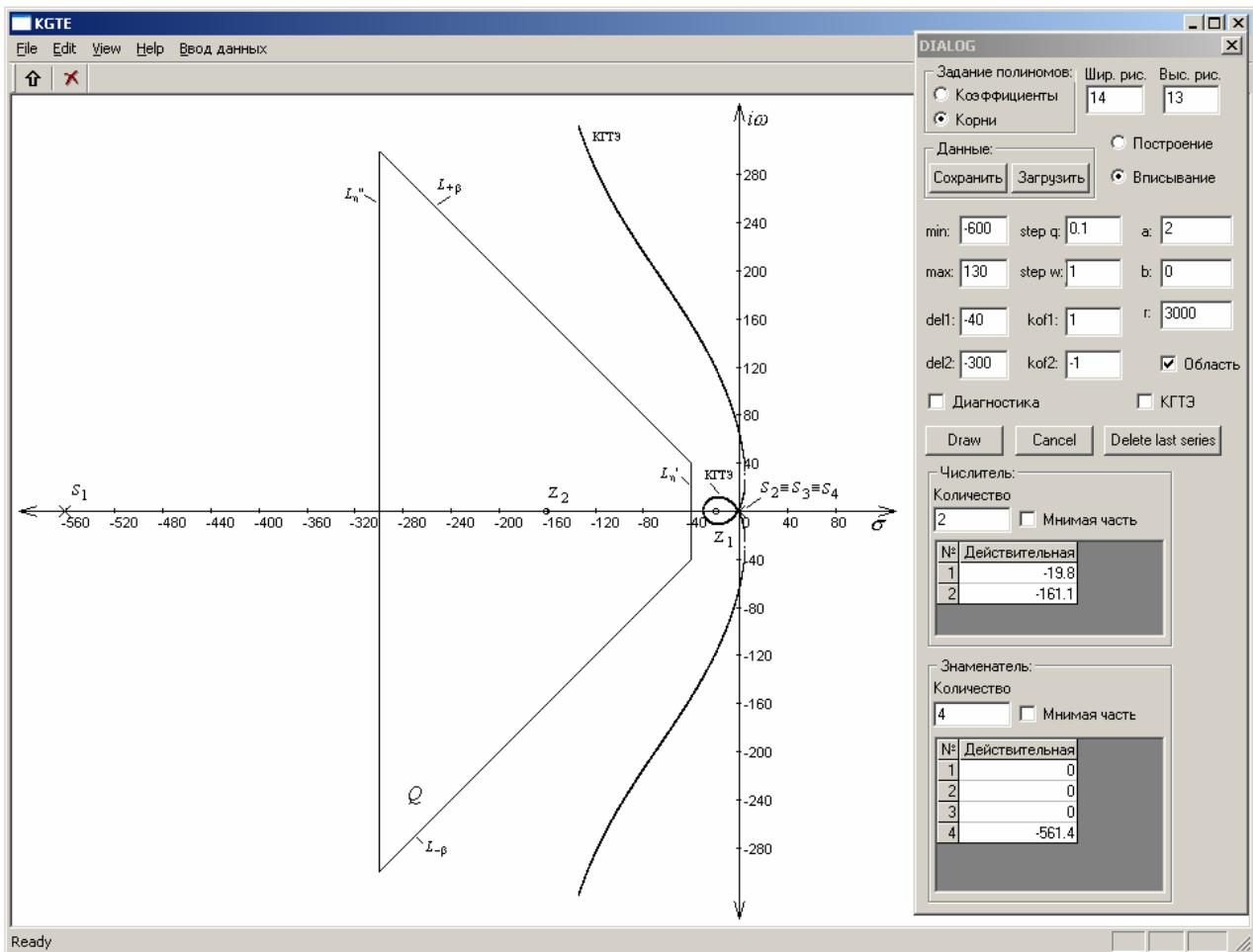


Рис. 1. Заданная область качества Q и корневой годограф Теодорчика – Эванса (КГТЭ) исходной системы управления

3. Расчет системы управления. Рассмотрим двухконтурную систему автоматического регулирования для стабилизации скорости вращения печатного цилиндра на основе двигателя постоянного тока с независимым возбуждением и отрицательными обратными связями по току и скорости [2]. На вход системы подается задающее воздействие по скорости, выходной величиной является скорость вращения печатного цилиндра. В системе используется пропорциональный регулятор скорости и пропорционально-интегральный регулятор тока. В процессе функционирования системы в широких пределах изменяется момент сопротивления валика красочного аппарата печатной машины, т.е. он является неопределенным.

Для расчета значений неопределенного параметра, при которых будет обеспечиваться заданное качество, зададим для примера значения параметров системы и опишем ее динамику характеристическим уравнением

$$s^4 + 561,4s^3 + k(14,6s^2 + 2641,14s + 46570,788) = 0,$$

где k – неопределенный параметр, характер изменения которого произволен.

Область качества ограничена линиями (см. рис. 1) равной степени устойчивости $\sigma = L_{\eta} = -40$, $\sigma = L_{\eta} = -300$; угол наклона β линии постоянного демпфирования $L_{+\beta}$ к оси σ равен 45 ($\tan \beta = 1$). В соответствии с приведенной выше методикой область D значений k будем искать в форме круга (диска) радиуса r .

С целью решения поставленной задачи на вход комплекса программ SYS_Q1 подаются коэффициенты полиномов $\phi(s)$ и $\psi(s)$ (см. (2)). В данном случае эти полиномы равны:

$$\phi(s) = s^4 + 461,4s^3 = 0,$$

$$\psi(s) = 14,6s^2 + 2641,14s + 46570,788.$$

Поскольку локализация поля определяется конфигурацией КГТЭ, осуществляется построение КГТЭ и определяются полюсы передаточной функции разомкнутой системы (нули (3)): $s_1 = -561,4$, $s_2 = s_3 = s_4 = 0$ (на рис.1 отмечены крестиками) и ее нули $z_1 = -19,8$ и $z_2 = -161,1$ (отмечены кружками). На рис. 1 показан КГТЭ, комплексные ветви которого расположены справа за пределами области. Очевидно, что все полюсы также выходят за пределы области Q (рис. 1) и, как отмечалось выше, вписывание поля

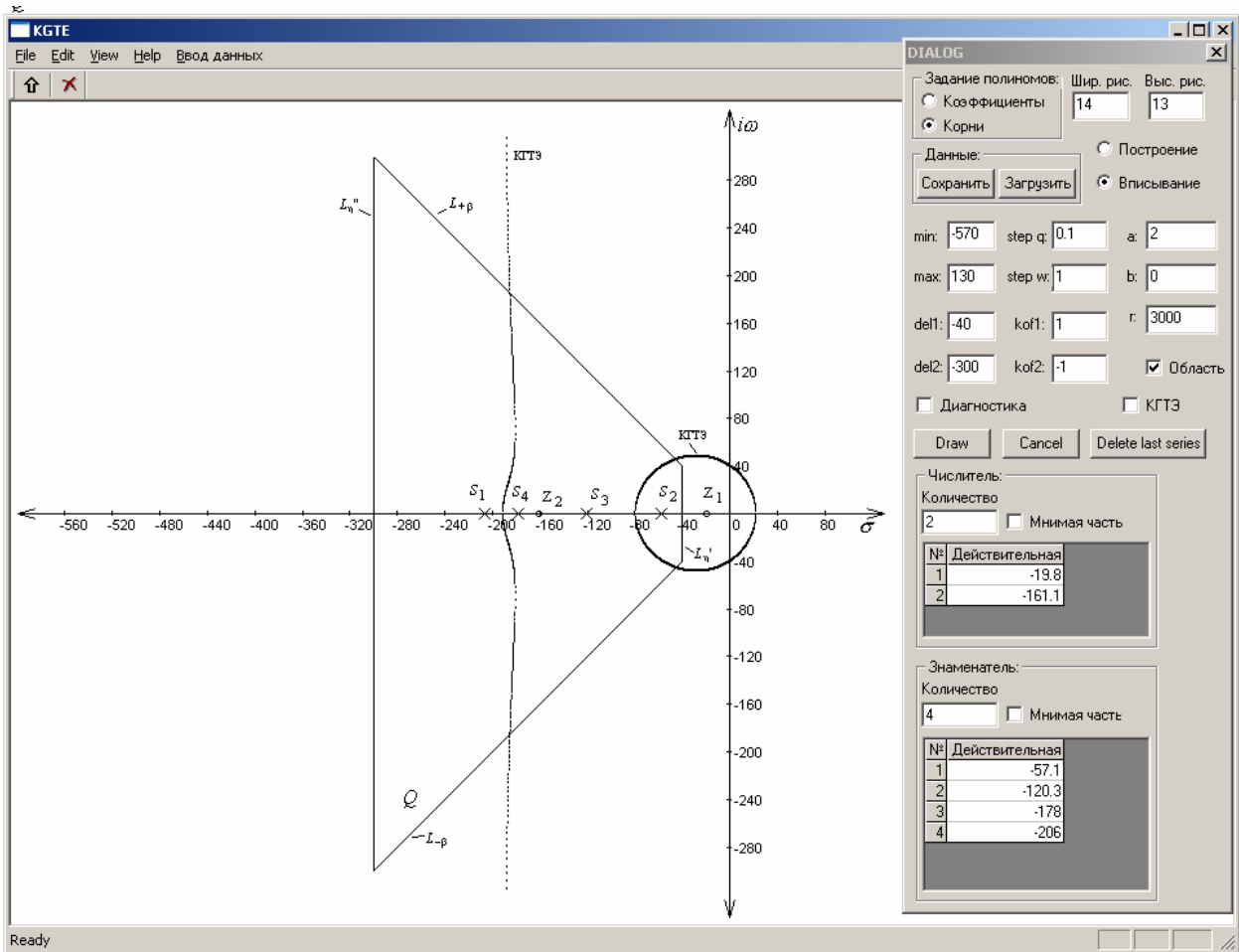


Рис. 2. Заданная область качества Q и корневой годограф Теодорчика – Эванса (КГТЭ) системы управления с «подтянутыми» полюсами

не возможно. По этой причине изменим конфигурацию КГТЭ путем «подтягивания» полюсов таким образом, чтобы они расположились в пределах этой области. Для этого полюсы назначим равными (рис. 2)

$$s_1 = -206, \quad s_2 = -57,1, \quad s_3 = -120,3, \quad s_4 = -178.$$

Характеристическое уравнение тогда принимает следующий вид:

$$s^4 + 561,4s^3 + 1116587s^2 + 9142649s + 251877259 + k(14,6s^2 + 2641,14s + 46570788) = 0.$$

Из рис. 2 видно, что в результате «подтягивания» часть комплексных ветвей КГТЭ также расположилась в пределах Q . Теперь вписывание линии уровня стало возможным.

Далее, согласно ранее описанному методу, применяется круговое поле корневых траекторий. С этой целью вначале осуществляется построение функции поля $f^*(\sigma, \omega)$ для заданной системы, исходя из предположения, что центры его локализации (точки $C_1 - C_4$ на рис. 3) располагаются в полюсах $s_1 - s_4$, т.е. центр окружности-образа находится в начале

координат комплексной плоскости k . Соответствующее поле показано на рис. 3 линиями уровня $l_1 - l_6$. Линии $l_4 - l_6$ на рис. 3 находятся очень близко друг от друга и почти сливаются в одну. Далее, после построения уравнений (5) градиента поля и (6) касательных к линии уровня при $\omega = \pm\sigma$ производится вписывание линий уровня в заданную область Q . В результате решения полученной системы уравнений определяются четыре значения радиуса $r_1 - r_4$ искомой дисковой области D значений варьируемого параметра k : $r_1 = 12198$, $r_2 = 12198$, $r_3 = 12857$ и $r_4 = 12864$, соответствующие линиям l_4 , l_5 и l_6 на рис. 3 и соответственно точкам касания t_1 (t_2) (радиусы $r_1 = r_2$), t_3 (радиус r_3) и t_4 (радиус r_4). Искомой является область, ограниченная окружностью минимального радиуса $r = r_1 = 12198$ (рис. 3), которая отображается на плоскость s в виде линии l_4 , касающейся границы области Q в точке t_1 и симметричной ей точке t_2 . Все значения k , лежащие внутри диска D радиуса $r < 12198$ будут обеспечивать требуемое расположение корней в пределах области Q (4) и соответствующее качество процесса управления.

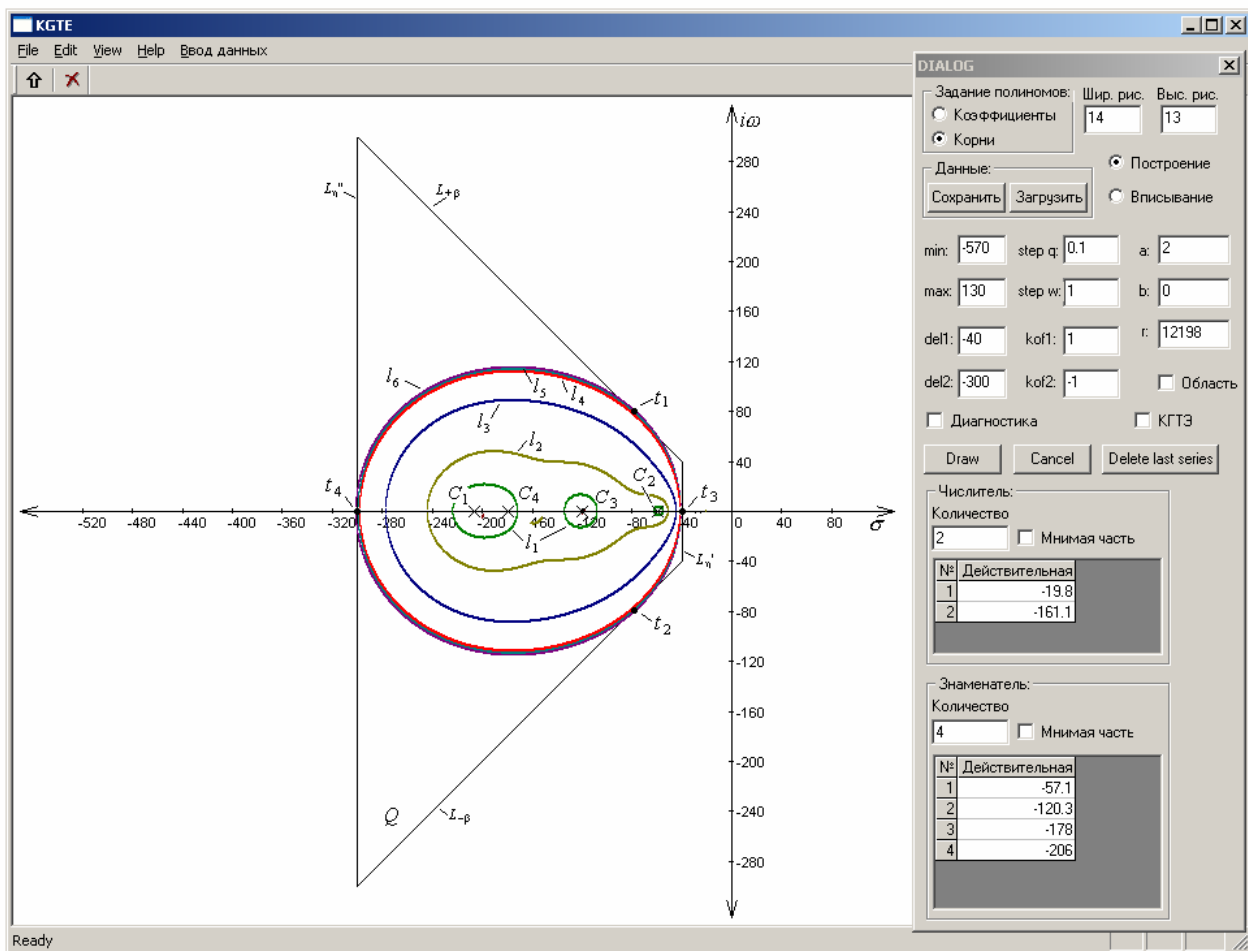


Рис. 3. Поле корневых траекторий кругового образа, вписанное в заданную область качества Q

Заключение. В работе представлен программный комплекс SYS_Q1, предназначенный для параметрического синтеза систем управления, удовлетворяющих требованиям робастного качества, основанного на использовании корневого подхода.

Система управления печатным оборудованием, как правило, состоит из ряда автономных подсистем: ввода изображения, подачи краски, приводов и др. Существенное изменение параметров системы: качество бумаги, интенсивность изображения, свойства краски, внешние условия и ряд других факторов оказывают отрицательное влияние на качество выпускаемой продукции. В таких условиях система становится неопределенной, и встает проблема обеспечения заданного качества и устойчивости. Рассмотрено применение комплекса программ SYS_Q1 при синтезе системы управления печатным

оборудованием [2, 3], что позволяет рассчитать значения параметров, обеспечивающие достижение желаемых качественных характеристик процесса управления.

Литература

1. Несенчук, А. А. Анализ и синтез робастных динамических систем на основе корневого подхода / А. А. Несенчук — Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2005. — 234 с.
2. Самарин, Ю. Н. Печатные машины / Ю. Н. Самарин, Н. П. Сапошников, М. А. Синяк — М.: МГУП, 2000. — 208 с.
3. Зязюля, В. Н. Комплексное моделирование электромеханических систем на примере офсетной печатной машины. / В. Н. Зязюля, В. С. Вихренко, В. С. Юденков // Теоретическая и прикладная механика: сб. науч.-мет. ст. — Мн.: Технопринт, — 2008. — Вып. 23 — С. 182–185.

УДК 655.3

Севостьян Д. М., ассистент; Юденков В. С., доцент

ПРИМЕНИМОСТЬ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В СТЕГАНОГРАФИИ

In connection with rapid development of technologies of multimedia there was a question of protection of copyrights and intellectual property, presented in a digital kind. One of the most effective means of protection of the multimedia information consists in embedding in protected object of invisible labels — digital watermarks (DW). However, ways of embedding can be various. In given clause the opportunity of application of wavelet-transformations in steganographics is analyzed.

Введение. В связи с бурным развитием технологий мультимедиа остро встал вопрос защиты авторских прав и интеллектуальной собственности, представленной в цифровом виде. Один из наиболее эффективных технических средств защиты мультимедийной информации заключается во встраивании в защищаемый объект невидимых меток — цифровых водяных знаков (ЦВЗ). Однако, способы встраивания могут быть различными. Наибольшее применение могут иметь открытые стегосистемы ЦВЗ, которые аналогичны системам скрытой передачи данных. Наибольшую устойчивость по отношению к внешним воздействиям имеют закрытые стегосистемы I типа.

В данной статье анализируется возможность применения вейвлет-преобразований в стеганографии. Вейвлет-преобразование — относительно новое, но, в то же время, мощное средство анализа и обработки сигналов. Успешное применение методов вейвлет-анализа в различных практических и теоретических приложениях лишней раз доказывает его состоятельность. Не умаляя достоинств преобразования Фурье, вейвлет-анализ способен полностью заменить обработку сигналов традиционными методами.

1. Понятие и характеристики контейнера в стеганографии. Рассмотрим подробнее понятие контейнера. До стегакодера — это пустой контейнер, после него — заполненный контейнер, или стего. Стего должен быть визуально неотличим от пустого контейнера. Различают два основных типа контейнеров: потоковый и фиксированный.

Потоковый контейнер представляет собой непрерывно следующую последовательность бит. Сообщение вкладывается в него в реальном масштабе времени, так что в кодере неизвестно заранее, хватит ли размеров контейнера для передачи всего сообщения. В один контейнер большого размера может быть встроено и несколько сообщений. Интервалы между встраиваемыми битами определяются генера-

тором псевдослучайной последовательности с равномерным распределением интервалов между отсчетами. Основная трудность заключается в осуществлении синхронизации, определении начала и конца последовательности. Если в данных контейнера имеются биты синхронизации, заголовки пакетов и т. д., то скрываемая информация может идти сразу после них. Трудность обеспечения синхронизации превращается в достоинство с точки зрения обеспечения скрытности передачи.

У фиксированного контейнера размеры и характеристики заранее известны. Это позволяет осуществлять вложение данных оптимальным в некотором смысле образом. Встраивание сообщения в контейнер может производиться при помощи ключа, одного или нескольких. Ключ — псевдослучайная последовательность (ПСП) бит, порождаемая генератором, удовлетворяющим определенным требованиям (криптографически безопасный генератор). В качестве основы генератора может использоваться, например, линейный рекуррентный регистр. Тогда адресатам для обеспечения связи может сообщаться начальное заполнение этого регистра. Числа, порождаемые генератором ПСП, могут определять позиции модифицируемых отсчетов в случае фиксированного контейнера или интервалы между ними в случае потокового контейнера. Надо отметить, что метод случайного выбора величины интервала между встраиваемыми битами не особенно хорош. Причин этого две. Во-первых, скрытые данные должны быть распределены по всему изображению. Поэтому, равномерное распределение длин интервалов (от наименьшего до наибольшего) может быть достигнуто лишь приближенно, так как мы должны быть уверены в том, что все сообщение встроено, то есть «поместилось» в контейнер. Во-вторых, длины интервалов между отсчетами шума распределены не по равномерному, а по экспоненциальному закону. Генератор же ПСП с экспоненциально распределенными интервалами сложен в реализации [2].

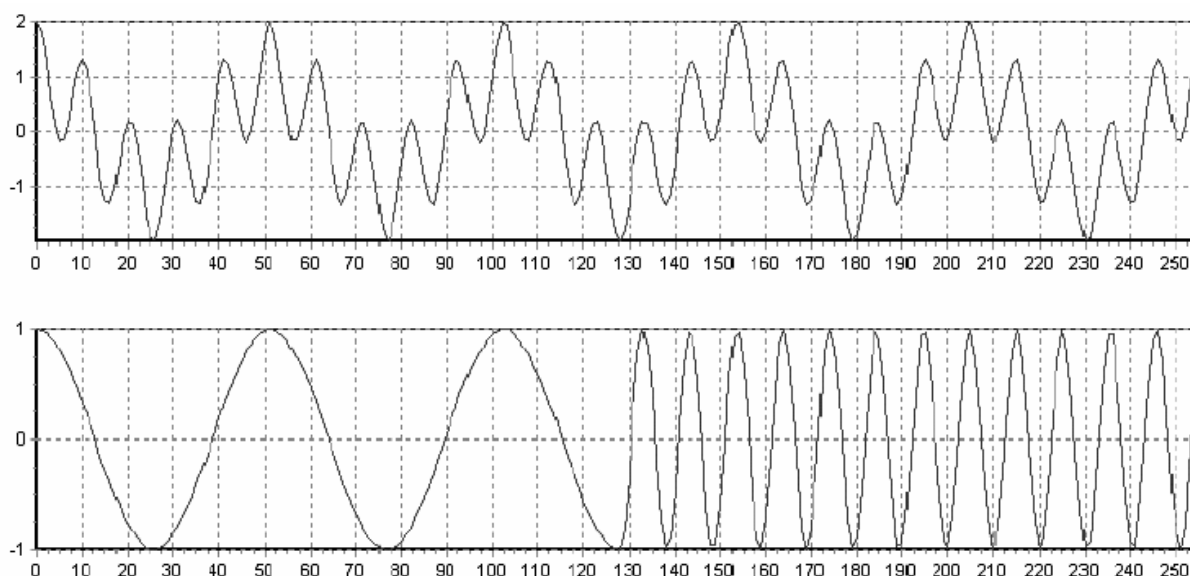


Рис. 1. Два сигнала с подобными Фурье-спектрами

2. Особенности Фурье-преобразований.

Одним из основных средств обработки сигналов на сегодняшний день является линейное преобразование. Классическим примером такого преобразования является преобразование Фурье. Линейное преобразование сигнала подразумевает свертку сигнала конечной длины с семейством базисных функций. Многие трудности, возникающие при анализе сигналов с помощью преобразования Фурье, связаны с тем, что реальные сигналы бывает трудно с достаточной точностью описать при помощи взвешенной суммы синусоид различных частот, в особенности если сигнал содержит разрывы 1-го рода.

Как правило, регистрируемые сигналы нестационарны, их частотные и масштабные характеристики со временем меняются, причем очень важно бывает локализовать моменты их изменения [3]. Преобразование Фурье не позволяет решать задачу локализации. Например, оно не отличает сигнал, представляющий собой сумму двух синусоид различных частот от аналогичных синусоид, следующих друг за другом (рис. 1).

Частично эта трудность снимается за счет использования оконного преобразования Фурье. С одной стороны оконное преобразование Фурье локализует анализ, однако, оно не учитывает особенность реальных сигналов, которая заключается в том, что длительность каждой составляющей сигнала обратнопропорциональна ее частоте. Вследствие этого высокочастотная информация должна быть извлечена из относительно малых интервалов времени и наоборот. Иными словами, ширина окна должна уменьшаться с увеличением частоты, что для оконного преобразования Фурье не выполняется.

Конечно, при практическом применении Фурье-анализа проводились эксперименты с окнами переменной длины. И подобные исследова-

ния привели, в конце концов, к появлению теории вейвлет-анализа.

Использование вейвлет-преобразований в стеганографии. Особый смысл вейвлет-преобразования приобретают при условии возможных манипуляций с исходным изображением. Так, анализ литературы показывает практически полное отсутствие методов встраивания устойчивых к компрессии мультимедийных данных. Одним из преобразований, позволяющих осуществить подобное встраивание, является дискретное вейвлет-преобразование. Как известно, набор вейвлетов, в их временном или частотном представлении, может приближать сложный сигнал или изображение, причем как идеально точно, так и с некоторой погрешностью. Вейвлеты имеют явные преимущества в представлении локальных особенностей функций и неявном учете особенностей психофизиологической модели восприятия [5].

Покажем, что их применение при разработке метода стеганографии, ориентированного на достижение максимальной пропускной способности (скрытая передача и хранение информации) можно решить основные задачи стеганографии, а именно: минимизация вносимых искажений и устойчивость к атакам пассивного злоумышленника.

Рассмотрим частотный подход. В соответствии с этим подходом частотная область вейвлетов может быть разбита на две составляющие — низкочастотную и высокочастотную. Их частота раздела равна половине частоты дискретизации сигнала. Для их разделения достаточно использовать два фильтра — низкочастотный L_0 и высокочастотный H_1 , к входам которых подключается сигнал s . Фильтр L_0 дает частотный образ для аппроксимации (грубого приближения) сигнала, а фильтр H_1 для его детализации.

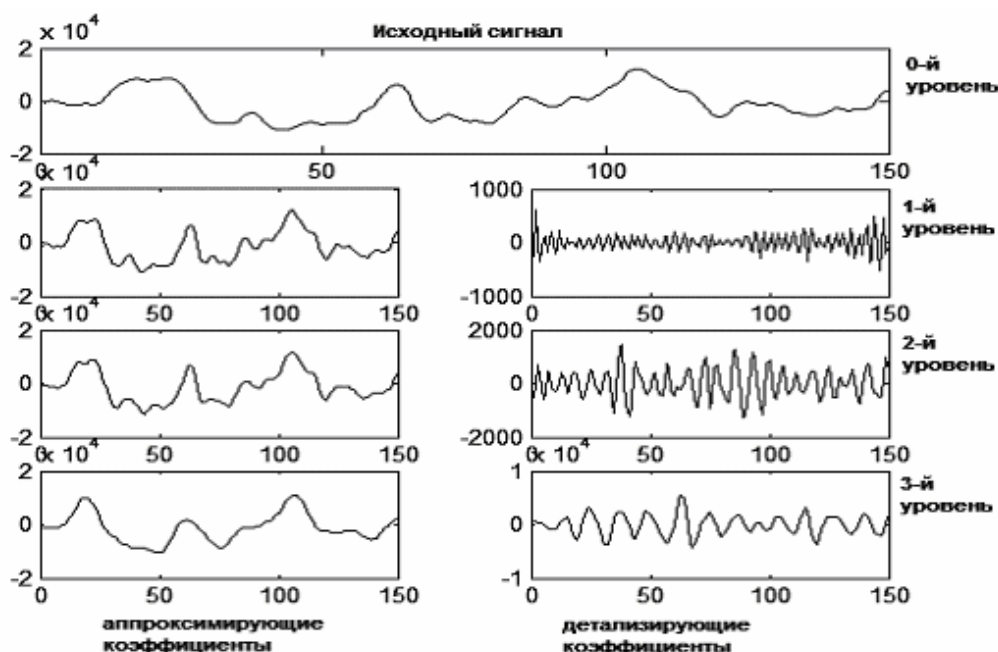


Рис. 2. 3-х уровневая вейвлет-декомпозиция сигнала

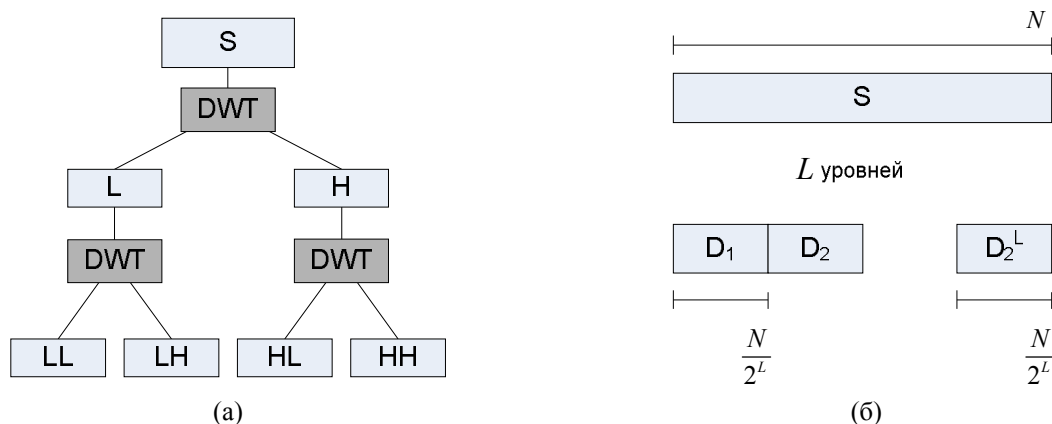


Рис. 3. Декомпозиция при помощи усовершенствованного алгоритма Маллата на глубину 2 (а) и результат декомпозиции N отсчетов сигнала на глубину L (б)

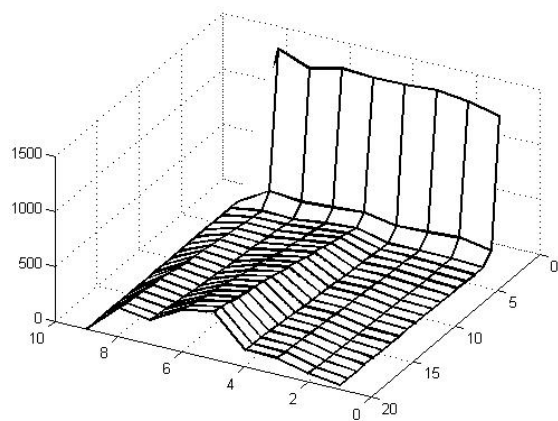
Поскольку фильтры передают только половину всех частотных компонент сигнала, то не попавшие в полосу прозрачности компоненты могут быть удалены [4]. Если просто сложить полученные на выходах фильтров сигналы, то получится исходный сигнал, то есть будет иметь место полная реконструкция сигнала на начальном уровне. Однако Lo-фильтр можно, в свою очередь, разложить на два фильтра и подвергнуть спектры этих новых фильтров операции прореживания по частоте — децимации.

В предлагаемом методе областью встраивания является множество коэффициентов субполос декомпозиции. На первом этапе при помощи усовершенствованного алгоритма Маллата [1] производилась декомпозиция сигнала s . Для этого нормированный сигнал подавался на фильтры декомпозиции низких и высоких частот, после чего с помощью операции децимации $\downarrow 2$ (уменьшения числа частотных составляющих вдвое) находились коэффициенты ап-

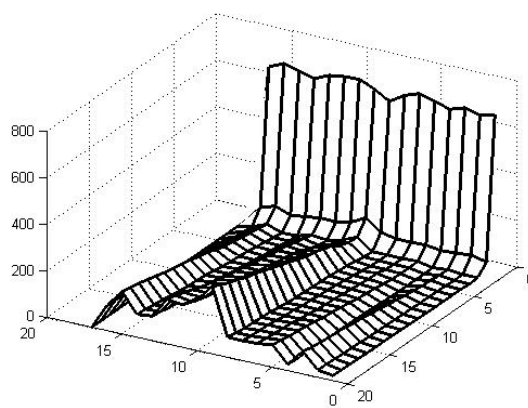
проксимации и детализирующие коэффициенты на выходе фильтров на выходе низких и высоких частот (рисунок 4а). В результате декомпозиции на глубину L были получены коэффициенты 2^L .

Экспериментальная часть. Экспериментальные данные получены на основе использования программного обеспечения, написанного в среде Microsoft Visual C++. Усредненная оценка битовых ошибок при встраивании бита в два коэффициента приведена на рисунках 5а—5б.

Для усреднения были использованы результаты 30 экспериментов. В каждом из них генерировалась псевдослучайная бинарная последовательность, используемая в качестве сообщения. Зависимость количества битовых ошибок от субполосы разложения и выбранного порога приведена на рисунке 4. На графиках субполос виден четкий минимум количества битовых ошибок, который достигается одновременно для

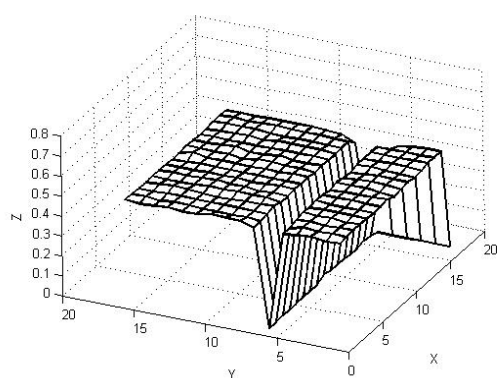


(a)

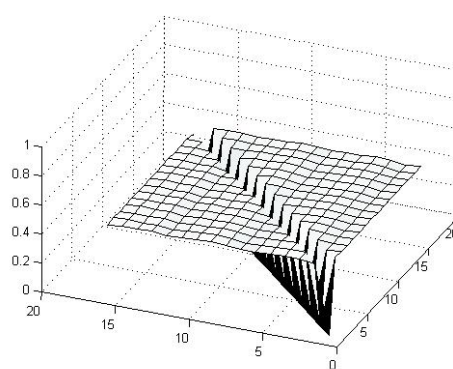


(б)

Рис. 4. Зависимость количества битовых ошибок от субполосы разложения и выбранного порога для одного (а) и двух (б) коэффициентов на бит информации (по оси Z — логарифмическая шкала)



(a)



(б)

Рис. 5. Вероятность битовой ошибки при извлечении бита, скрытого на уровне 5 декомпозиции Добеши шестого порядка вейвлетами порядков 1-16 (а) и средняя вероятность битовой ошибки при рассмотрении вейвлетов Добеши порядков 1-20

каждой из субполос при определенном значении коэффициента. Данное значение находится в зависимости от выбранной глубины декомпозиции и модуляции. Для установления возможности осуществить обнаружение и извлечение информации без знания вейвлета, используемого при встраивании была проведена серия экспериментов.

Сообщение, представляющее собой псевдослучайную битовую последовательность было встроено в коэффициенты субполосы, выделенной при помощи дискретной вейвлет-декомпозиции на глубину $L = 4$. В качестве базисного вейвлета для декомпозиции использовались вейвлеты Добеши.

Встраивание битового потока производилось в выбранную субполосу прямой модуляцией коэффициентов с результирующей емкостью 1 бит/коэффициент.

Выводы. На основе проведенного анализа можно утверждать о целесообразности использования вейвлет-преобразований в стеганографии. Более того, вейвлет-преобразования имеют ряд преимуществ по сравнению с преобразова-

ниями Фурье, применяемыми для тех же типов сигналов. Полученные в ходе экспериментов данные показывают минимум количества битовых ошибок, который для каждой из субполос при определенном значении коэффициента.

Литература

1. Matsui, K. Digital signature on a facsimile document by recursive MH coding / K. Matsui, K. Tanaka, Y. Nakamura // Symposium On Cryptography and Information Security, 1989.
2. Osborne, C. Digital Watermark / C. Osborne, R. van Schyndel, A. A. Tirkel // IEEE Intern. Conf. on Image Processing, 1994. P. 86–90.
3. Anderson, R., editor. // Proc. Int. Workshop on Information Hiding: Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag, Cambridge. 1996.
4. Chae, J. J. Robust Techniques for Data Hiding in Images and Video / J. J. Chae // PhD thesis, CA, USA, 1999.
5. Corvi, M. Wavelet-based image watermarking for copyright protection / M. Corvi, G. Nicchiotti // Scandinavian Conference on Image Analysis. 1997.

МЕТОД КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ, ОСНОВАННЫЙ НА АНАЛИЗЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

In paper is presented results of working out and research a method control quality of printing products based on use of digital models of investigated images. Here presented the method of construction digital models, and also a method of their further analysis. Is offered the method of a control quality the printing image on the basis of the analysis its digital model

Введение. Во всех областях, связанных с обработкой изображений, проблема повышения качества изображения занимает важнейшее место. Это отчасти связано с появлением нового, усовершенствованного оборудования, которое на первый план выдвигает задачу определения новых критериев качества. Однако задача количественной оценки качества изображения усложнена тем, что трудно найти эффективную меру субъективно воспринимаемых искажений, а так же из-за принципиального различия физических и субъективно воспринимаемых человеком искажений.

Идеи, развиваемые в этой работе, отражают взаимосвязь между структурой изображения и:

- 1) восприятием изображения человеком;
- 2) его количественного представления.

Эти представления образуют систему, в рамках которой проводится рассмотрение и решение задачи исследования влияния параметров печатного процесса непосредственно по всей площади воспроизводимого изображение, в отличие от традиционного (косвенного, хотя и достаточно точного) контроля по тестовым объектам. Они дают возможность, установить связь между объективными (физическими) и субъективными (зрительными) критериями при обработке изображений, что облегчает задачу получения высококачественных изображений.

Задача, поставленная перед этой работой, преследует цель определить возможность и разработать методику контроля качества печатного процесса с помощью сканирующего устройства [1].

Решение этих задач основано на возможности представления двумерного изображения в трехмерном базисе. Таким образом, пространственные координаты изображения направлены по направлениям x и y , а координаты светлоты (оптической плотности) в направлении z . Изображение в такой форме выглядит как некий «рельеф» в котором величина «пиков и впадин» задается величиной светлоты (яркости), а характер формирования их в пространстве значениями x и y (рис. 1).

Для преобразования изображения в цифровую форму проводится операция сканирования этого изображения.

Рассекая «рельеф» параллельно плоскости OXY с каким-то интервалом ΔL (D) получим

ряд сечений, которые будут характеризовать определенную градацию с определенной площадью (рис. 2).

Для выяснения возможности осуществления данной задачи проведен следующий сравнительный эксперимент, в котором градационные характеристики репродукционного процесса измерялись с помощью спектроденситометра (оптические плотности, ΔE) и с помощью сканера (площади, занимаемые одинаковыми градациями).

Для определения возможности идентификационного сравнения качества печатного изображения на оттисках, с использованием цифровой модели оттиска либо изображения оттиска, полученной путем сканирования, выполним исследование 4 оттисков офсетной печати, напечатанных на печатной машине Heidelberg PM 52-2 с использованием различных технологических режимов. В таблице приведены показатели зональных оптических плотностей для анализируемых изображений, полученных при помощи спектроденситометра.

После получения цифровой модели исследуемого изображения в системе математического

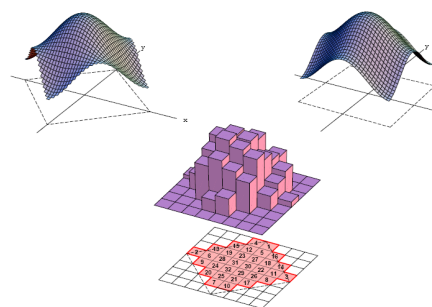


Рис. 1. Профиль растровой точки в пространстве

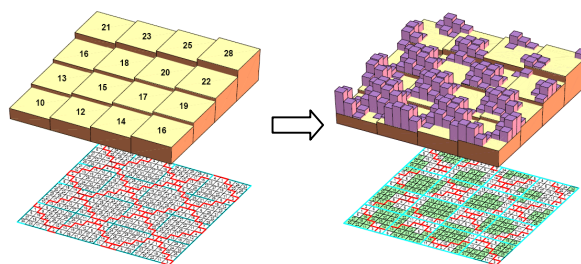


Рис. 2. Модель распределения яркостных характеристик изображения по его площади

Таблица значений зональных оптических плотностей для исследуемых изображений

Оптические плотности красок D	Изображение эталон	Изображение 1	Изображение 2	Изображение 3
Cyan	1.4-1.46	1.3-1.46	1.28-1.42	1.29-1.31
Magenta	1.42-1.5	1.41-1.44	1.53-1.58	1.21-1.25
Yellow	1.31-1.32	0.78-0.82	1.39-1.43	1.02-1.07
Black	2.6-2.67	1.35-1.48	2.28-2.33	2.26-2.38

моделирования Matlab анализируемая модель конвертируется из цветового пространства RGB в Lab (рис. 3).

Для дальнейшей обработки исследуемое изображение подразделяем на составляющие его каналы (L, a, b). Каждый выделенный канал представлен в виде полутонового изображения. В каждом из таких изображений в программном пакете Matlab, выделяем участки, имеющие одинаковую яркость. Для этого полутоновое изображение преобразуем в палитровое, используя отсечение по определенным пороговым значениям. В результате массив изображения разбивается на слои в соответствии с вектором пороговых значений. В основу определения пороговых значений были положены значения пороговых плотностей различающей чувствительности глаза. Эти данные получены Ю. П. Селивановым и З. П. Гамазиной путем пересчета значений пороговой чувствительности по Лаури [3]. Для канала L этот вектор имеет вид [0 1 2 3 4 5 6 8 10 15...30 35 40...90 92 94 95 96 97 98 99 100]. Уменьшение порога в светах связано с тем, что даже небольшое изменение в этих диапазонах приводит к существенным искажениям на изображении. Для каналов a и b этот вектор имеет вид [-125 -100 -80 70 ...-30 -25 -20 -15 -10 -5 -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +5 +10 +15 +20 +25 +30 +40...+80 +100 +125].

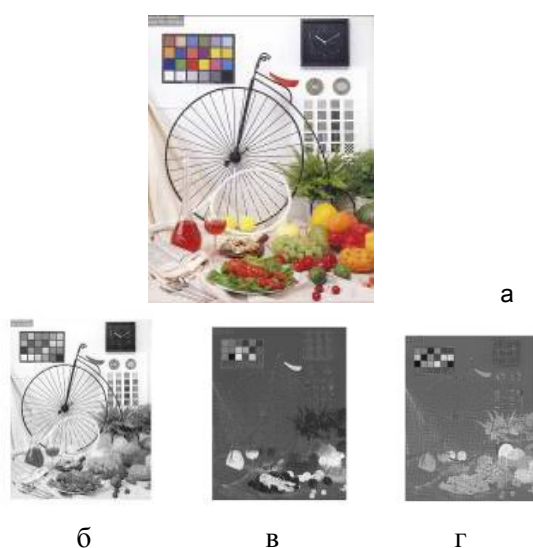


Рис. 3. Варианты изображения: а — в цветовом пространстве Lab; б — L; в — a; г — b

Далее вычисляем площади (величина площади соответствует количеству пикселей), которые занимают участки с одинаковыми яркостно-хроматическими характеристиками, используя полученные матрицы. И в итоге, из полученного распределения значений яркостно-хроматических характеристик по площади изображения строим график, по оси ОХ откладываем значение градационной характеристики изображения, а по оси ОУ значение площади, занимаемой этой градацией.

Для эталонного изображения (утвержденно-го оттиска, по отношению к которому идентифицируем качество печатного изображения) определяем интервал допустимых отклонений для значений определенных выше площадей. Для этого создаем два дополнительных изображения, для которых цветовое различие в каждой точке соответствует требованиям международных стандартов в области качества печатной продукции (в работе использовался стандарт ISO 12647-2 регламентирующий качество продукции в офсетной печати). Согласно данному стандарту цветовое в любой точке изображения не должно быть превышать 4 единицы.

Для определения верхней границы допуска эталонного изображения увеличиваем значение в цветовой системе CIE Lab для канала L на 1,5 единицы, а значение каналов a и b на 1 единицу. Для определения же нижней границы допуска для эталонного изображения, значение для канала L уменьшаем на 1,5 единицы, а значение для каналов a и b уменьшаем на 1 единицу. В результате, получаем два изображения, с максимально и минимально допустимыми (учитывая что ΔE должно быть не больше 4 единиц) значениями яркостно-хроматических характеристик. Для полученных изображений выполняем операции по сегментации изображения на участки, имеющие одинаковую яркость. Определяем величины площадей для участков с заданными параметрами. Строим один график для двух полученных распределений анализируемых характеристик (max и min), по оси ОХ откладываем значение градационной характеристики изображения, а по оси ОУ значение площади, занимаемой этой градацией. Интервал значений, который укладывается в зону, очерченную графиками, и есть искомым диапазоном допустимого изменения контроли-

руемого параметра для анализируемых изображений, находясь в пределах которого, делается вывод о соответствии качества исследуемого изображения эталонному оттиску.

На рис. 4 отображено распределение площадей яркостно-хроматических характеристик для анализируемых изображений для каждого из обрабатываемых каналов в системе CIE Lab, а также отображен интервал допустимых значений для определяемых характеристик. Приведенные зависимости позволяют сделать вывод о соответствии анализируемых изображений эталонному образцу.

В приведенных зависимостях совпадение данных о качестве исследуемых изображений, полученных на основе сопоставления значений площадей, занимаемых участками с одинаковыми градационными характеристиками,

определенных на отсканированных изображениях с использованием объемного моделирования печатного оттиска, реализованного в Matlab, и значений измеренных с помощью спектроденситометра. Так же необходимо отметить, что проведенные эксперименты с изменением оптических плотностей различных красок триады, дают возможность сделать вывод: изменение количества черной краски на оттиске оказывает наибольшее влияние на изменение анализируемого показателя в канале L — т. е., в большей степени определяет градационную характеристику изображения и общий контраст, в то время как изменение плотностей цветных красок триады резко изменяет колориметрическую картину на оттиске (видны резкие изменения величин анализируемых площадей в каналах а и b).

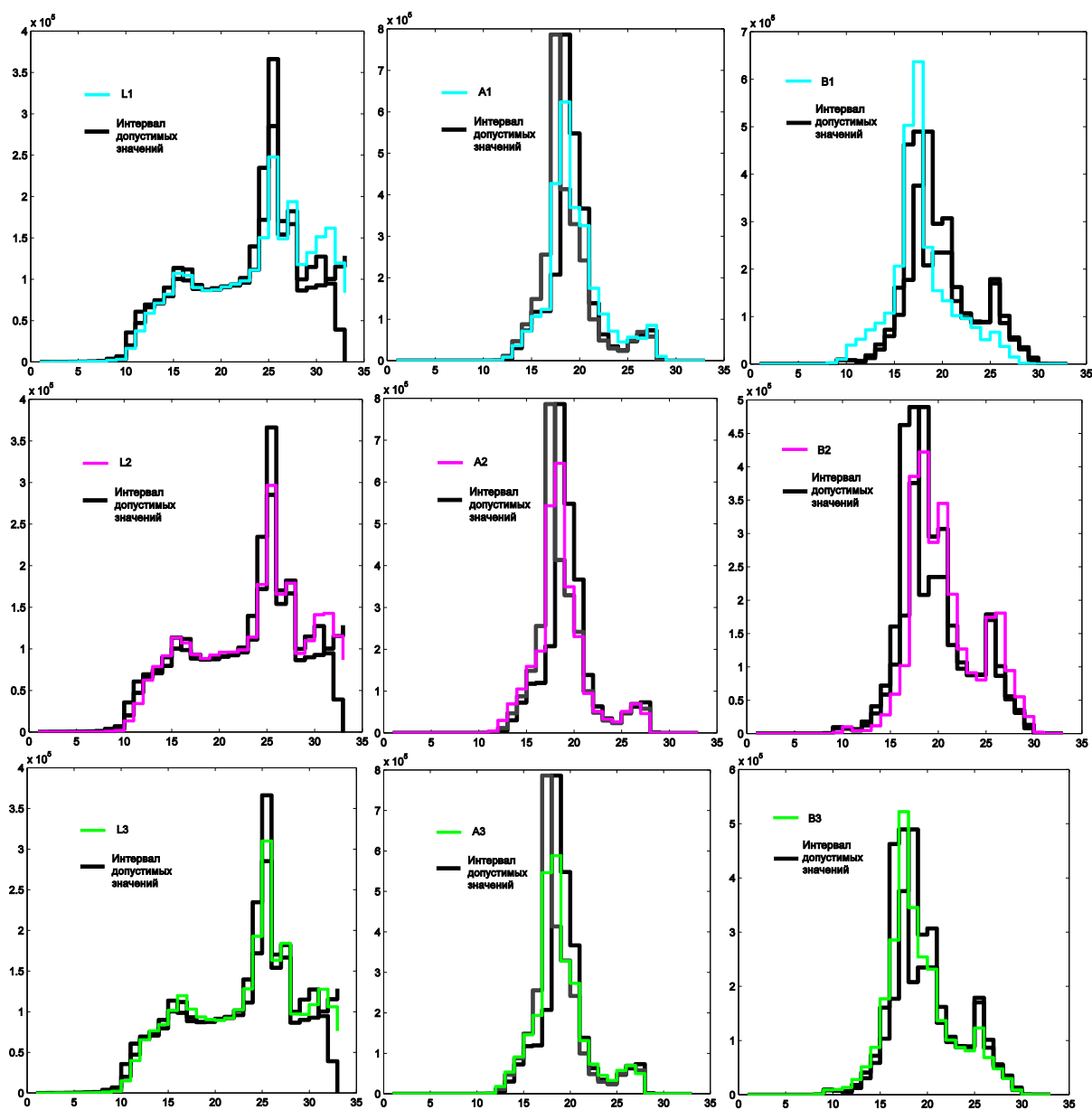


Рис. 4. Модель распределения яркостных характеристик в системе CIE Lab: изображение 1 для каналов: а — L; б — а; в — b; изображение 2: г — L; д — а; е — b; изображение 3: ж — L; з — а; и — b

Измерения с помощью сканера оказываются намного точнее, так как размеры кристаллов ПЗС сканера на несколько порядков меньше апертуры денситометра, что является несомненным преимуществом предложенного способа.

Использование цифровой модели печатного изображения позволяет получить обобщенную информацию о качестве исследуемого изображения. К преимуществам предложенного метода следует отнести также и то, что его использование позволяет получить попиксельную карту градационного и хроматического соответствия анализируемых изображений.

В работе установлено, что определенный показатель: величина площади, занимаемой участками с одинаковыми градационными характеристиками, точно указывает на отклонения качественных характеристик изображения таким же образом, как и человеческое зрение. При проведении экспериментов, также удалось получить зависимости, которые позволяют объективно охарактеризовать параметры преобразования, искажения на анализируемых изображениях.

Литература

1. Дыдышко, С. И. Использование цифрового моделирования печатного оттиска для оценки качества печатной продукции / С. И. Дыдышко // Друкарство молодежи: материалы 8-й Междунар. науч.-техн. конф., Киев, 16–18 апреля 2008 г. / редкол.: П. О. Киричок [и др.]. — Киев: НТУУ «КПИ», 2008. — С. 40–43.
2. Dydyshko, S. Use 3-D modeling of a printed print for an analysis of quality / S. Dydyshko, A. Shevelev // Printing future days: materials of a 2nd international scientific-and-technical conference, November 5–8 2007 /; editorial board: R. Baumann [etc.]. — Chemnitz: IPMT, 2007. — P. 82–85.
3. Селиванов, Ю. П. Регистрирующие возможности зрения. / Ю. П. Селиванов. — М.: МПИ, 1972. — 84 с.
4. Прэтт, У. Цифровая обработка изображений / У Прэтт. — М.: Мир, 1982. — 2 т.