

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В  
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ  
СИСТЕМАХ**

**Монография**

Харьков, 2015

УДК 681.518.54  
ББК 32.965  
И74

*Рекомендовано на заседании ученого совета Харьковского национального  
экономического университета имени Семена Кузнеця  
(протокол № 9 от 30.03.2015 г.)*

**Рецензенты:**

**Сопронюк Федор Алексеевич** – доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой математических проблем управления и кибернетики, Черновецкий национальный университет имени Юрия Федьковича;

**Кораблев Николай Михайлович** – доктор технических наук, профессор кафедры ЭВМ, ХНУРЭ;

**Хома Владимир Васильевич** – доктор технических наук, профессор кафедры "Защита информации", НУ "Львовская политехника".

**И74** Информационные технологии и защита информации в информационно-коммуникационных системах: монография / Под ред. В.С. Пономаренко. – Х. : Вид. ТОВ "Щедра садиба плюс", 2015. – 486 с., Русск. яз. ISBN 978-617-7225-03-3

В монографии рассмотрены результаты исследований использования информационных систем и применения информационных технологий для решения широкого круга задач в управлении, образовании, экономике, промышленности, современные подходы решения задач обеспечения услуг безопасности и скрытности данных, циркулирующих в коммуникационных системах.

Монография представляет интерес как для специалистов сферы IT-технологий, обеспечения услуг безопасности и передачи в коммуникационных системах, управлением программами информатизации компаний, так и для более широкого круга преподавателей, аспирантов, студентов, специализирующимся в области разработки информационных систем и IT-технологий, полиграфии, защиты и передачи данных.

У монографії розглянуті результати досліджень використання інформаційних систем і застосування інформаційних технологій для вирішення широкого кола завдань в управлінні, освіті, економіці, промисловості, сучасні підходи вирішення завдань забезпечення послуг безпеки і скритності даних, що циркулюють в комунікаційних системах.

Монографія представляє інтерес як для фахівців сфери IT-технологій, забезпечення послуг безпеки та передачі в комунікаційних системах, управлінням програмами інформатизації компаній, так і для більш широкого кола викладачів, аспірантів, студентів, що спеціалізуються в області розробки інформаційних систем та IT-технологій, поліграфії, захисту і передачі даних.

ISBN 978-617-7225-03-3

УДК 681.518.54  
ББК 32.965  
Коллектив авторов, 2015

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
<b><i>Информационные технологии в технических системах</i></b>	
Раздел 1. Лосев М.Ю. Анализ эффективности алгоритмов маршрутизации пакетов в сетях, использующих гибридные протоколы	12
Раздел 2. Петришин Л.Б., Петришин М.Л. Эффективность применения фибоначчи-подобных систем счисления	25
Раздел 3. Мохамад Абу Таам Гани, Смирнов А.А. Метод управления доступом в интеллектуальных узлах коммутации	41
Раздел 4. Коваленко А.С., Коваленко А.В. Разработка структуры базы данных интегрированной информационной системы	54
Раздел 5. Лысенко И.А., Смирнов А.А. Исследование методов и процедур проектирования тестовых наборов на основе упорядоченных каскадных таблиц решений	68
Раздел 6. Альошин Г.В., Коломийцев А.В. Синтез совмещенной лазерной системы связи с кооперируемыми летательными аппаратами	82
<b><i>Защита информации в информационных коммуникационных системах</i></b>	
Раздел 7. Белецкий А.Я. Рандомизированные криптографические примитивы нелинейной подстановки	96
Раздел 8. Дудыкевич В.Б., Максимович В.Н., Микитин Г.В. Развитие концептуальных основ безопасности информационно-коммуникационных технологий	112
Раздел 9. Король О.Г., Биккузин К.В. Усовершенствованный алгоритм MAC, основанный на использовании модулярных преобразований	127
Раздел 10. Евсеев С.П., Свердлов Т.А. Исследование угроз методов двухфакторной аутентификации	141
Раздел 11. Засядько А.А. Восстановление параметров объектов информационного обеспечения автоматизированных систем управления на основе дифференциально-нетейлоровских преобразований	154
Раздел 12. Казакова Н.Ф., Фразе-Фразенко А.А. Принципы мониторинга информационной инфраструктуры при обеспечении миграции данных в безопасные сегменты	164
Раздел 13. Кобозева А.А. Общие принципы построения методов выявления нарушения целостности цифрового изображения	178
Раздел 14. Ковтун В.Ю., Охрименко А.А. Арифметические операции с отложенным переносом над целыми числами	193

## СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 15. Ковтун В.Ю., Ковтун М.Г. Подходы к повышению производительности операции деления больших целых чисел, на основе расширенного алгоритма Евклида	208
Раздел 16. Кононович В.Г., Кононович И.В. Модель системы информационной безопасности консолидированной информации при информационном противоборстве	220
Раздел 17. Кошева Н.А., Мазниченко Н.И. Использование стенографических методов для защиты текстовой информации	234
Раздел 18. Мельник М.А. Разработка стеганографических методов и алгоритмов, устойчивых к атаке сжатием, методика их сравнительной оценки	247
Раздел 19. Хорошко В.А., Хохлачова Ю.Е. Стратегия, методы и модели управления безопасностью информационных технологий	265
Раздел 20. Белецкий А.Я. Конечные поля, порождаемые пространственными матрицами Галуа	280
<b><i>Информационные технологии в экономике, экологии, медицине и образовании</i></b>	
Раздел 21. Брынза Н.А., Вильхивская О.В. Определение решения по инвестиционному развитию производственной системы	295
Раздел 22. Вильхивская О.В., Брынза Н.А. Технологическая платформа, как инновационный элемент развития предприятий машиностроительной отрасли	309
Раздел 23. Карасюк В. В., Иванов С. Н. Организационные и технологические модели дистанционного обучения в правовых дисциплинах	323
Раздел 24. Ушакова И.А. Моделирование поведения участников канала сбыта на основе аппарата сетей Петри	337
Раздел 25. Шматко А.В., Манева Р.И. Математическое и программное обеспечение задачи проектирования и модернизации организационной структуры управления агрохолдингом	350
Раздел 26. Шматко А.В., Фонта Н.Г. Модели и информационные технологии управления конкурентоспособностью промышленного предприятия	367
<b><i>Стартапы и инновационное предпринимательство</i></b>	
Раздел 27. Щербаков А.В. Разработка метода минимизации объема передачи данных в системах онлайн поддержки стартап-проектов	381

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Компьютеризированные технологии и системы издательско-полиграфических производств и электронных мультимедийных изданий*

Раздел 28. Коц Г.П., Бондарь И.А. Методика разработки web-приложения для приёма заказов оперативной полиграфии	395
Раздел 29. Браткевич В. В. Методика количественной оценки связей между критериями качества мультимедийной продукции	409
Раздел 30. Пушкарь А.И., Грабовский Е.Н. Методика разработки web-портала полиграфических дисциплин	423
Раздел 31. Иванов В.Г., Гвозденко М.В. Анализ методов сжатия изображений оцифрованного текста	436
Раздел 32. Ломоносов Ю. В., Любарский М. Г. Компрессия изображения текста на основе нечеткой классификации вертикальных элементов строки	449
Раздел 33. Потрашкова Л. В. Поддержка принятия стратегических решений по управлению полиграфическими предприятиями в условиях технологической революции	462
Список использованной литературы	474

## ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития и внедрения современных информационно-коммуникационных технологий характеризуется расширением и развитием сферы их использования. Это относится к таким направлениям, как автоматизация технических и социально-экономических систем, образование и наука, промышленное производство. Важнейшими вопросами, требующими своего решения, является внедрение информационных систем и технологий в сферах, определяемых государственными программами приоритетных направлений науки и техники и образования. В этой связи актуальность разработки новых концепций, подходов и методов, позволяющих повысить эффективность функционирования современных информационных систем, является актуальной.

Данная монография отражает научные исследования, посвященные различным аспектам информационных систем и технологий, представленным на VII Международной научно-практической конференции “Проблемы и перспективы развития IT-индустрии”, проведенной на базе кафедры информационных систем Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця 17–18 апреля 2015 г.

В монографии нашли отражение результаты научных исследований в сфере применения информационных технологий в технических системах, защиты информации в информационно-коммуникационных системах, использования информационных технологий в экономике, экологии, медицине и образовании, в компьютеризированных технологиях и издательско-полиграфических производствах и электронных мультимедийных изданиях, проблематике стартапов и инновационного предпринимательства.

В разделах 1 – 6 приведены основные результаты, представленные на секции 1 “Информационные технологии в технических системах”:

проведен анализ эффективности алгоритмов маршрутизации пакетов в сетях, использующих гибридные протоколы; рассмотрена эффективность применения фибоначчи-подобных систем счисления; предложен и исследован метод управления доступом в интеллектуальных узлах коммутации; разработана структура базы данных интегрированной информационной системы; исследованы методы и процедуры проектирования тестовых наборов на основе упорядоченных каскадных таблиц решений; проведен синтез совмещенной лазерной системы связи с кооперируемыми летательными аппаратами.

В разделах 7 – 20 отражены основные результаты, представленные на секции 2 “Защита информации в информационных коммуникационных системах”:

рассмотрены рандомизированные криптографические примитивы нелинейной подстановки; рассмотрены концептуальные основы безопасности информационно-коммуникационных технологий; рассмотрен усовершенствованный алгоритм МАС, основанный на использовании модулярных преобразований; проведено исследование угроз методов двухфакторной аутентификации; рассмотрен метод восстановления параметров объектов информационного обеспечения автоматизированных систем управления на основе дифференциально-нетейлоровских преобразований; рассмотрены принципы мониторинга информационной инфраструктуры при обеспечении миграции данных в безопасные сегменты; разработаны общие принципы построения методов выявления нарушения целостности цифрового изображения; предложены подходы к повышению производительности операции деления больших целых чисел на основе расширенного алгоритма Евклида; разработана модель системы информационной безопасности консолидированной информации при информационном противоборстве; разработаны стеганографические методы и алгоритмы, устойчивые к атаке сжатием, а также методика их сравнительной оценки; предложены стратегия, методы и модели управления безопасностью информационных технологий; рассмотрены конечные поля, порождаемые пространственными матрицами Галуа; разработаны подходы к повышению производительности операции деления больших целых чисел, на основе расширенного алгоритма Евклида.

В разделах 21 – 26 отражены основные результаты, представленные на секции 3 «Информационные технологии в экономике, экологии, медицине и образовании»:

разработана технологическая платформа, как инновационный элемент развития предприятий машиностроительной отрасли;

разработаны организационные и технологические модели дистанционного обучения в правовых дисциплинах; проведено моделирование поведения участников канала сбыта на основе аппарата сетей Петри; разработано математическое и программное обеспечение задачи проектирования и модернизации организационной структуры управления агрохолдингом; разработаны модели и информационные технологии управления конкурентоспособностью промышленного предприятия.

В разделе 27 отражены результаты, представленные на секции 4 «Стартапы и инновационное предпринимательство»: разработка метода минимизации объема передачи данных в системах онлайн-поддержки стартап-проектов.

В разделах 28 – 33 отражены основные результаты, представленные на секции 5 «Компьютеризированные технологии и системы издательско-полиграфических производств и электронных мультимедийных изданий»:

разработана методика разработки web-приложения для приёма заказов оперативной полиграфии; разработана методика количественной оценки связей между критериями качества мультимедийной продукции; разработана методика разработки web-портала полиграфических дисциплин; проведен анализ методов сжатия изображений оцифрованного текста; разработан метод компрессии изображения текста на основе нечеткой классификации вертикальных элементов строки; разработана система поддержки принятия стратегических решений по управлению полиграфическими предприятиями в условиях технологической революции.

Монография предназначена для научных работников и профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений, работающих в сфере информационно-коммуникационных технологий.

Монография подготовлена авторским коллективом в следующем составе:

1. Алёшин Г.В., Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, доктор технических наук, профессор кафедры транспортной связи – раздел 6 (в соавторстве);
2. Белецкий А.Я., Национальный авиационный университет, доктор технических наук – раздел 7, 20;
3. Биккузин К.В., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, преподаватель кафедры информационных систем.– раздел 9 (в соавторстве);
4. Бондарь И.А., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат экономических наук, доцент кафедры компьютерных систем и технологий – раздел 28 (в соавторстве);
5. Браткевич В. В., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных систем и технологий – раздел 29;
6. Брынза Н.А., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук, доцент кафедры ИКТ – раздел 21, 22 (в соавторстве);
7. Вильхивская О.В., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, преподаватель – раздел 21, 22 (в соавторстве);
8. Гвозденко М.В., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, старший преподаватель – раздел 31 (в соавторстве);
9. Грабовский Е.Н., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат экономических наук, доцент кафедры компьютерных систем и технологий – раздел 30 (в соавторстве);

10. Дудыкевич В.Б., Национальный университет "Львовкая политехника", доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры защиты информации – раздел 8 (в соавторстве);
11. Евсеев С.П., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем – раздел 10 (в соавторстве);
12. Засядько А.А., Черкасский институт банковского дела Университета банковского дела Национального банка Украины, доктор технических наук, профессор кафедры высшей математики и информационных технологий – раздел 11;
13. Иванов В.Г., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, доктор технических наук, профессор – раздел 31 (в соавторстве);
14. Иванов С.Н., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, кандидат технических наук, доцент – раздел 23 (в соавторстве);
15. Казакова Н.Ф., Одесский национальный экономический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем в экономике – раздел 12 (в соавторстве);
16. Карасюк В.В., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, кандидат технических наук, доцент – раздел 23 (в соавторстве);
17. Кобозева А.А., Одесский национальный политехнический университет, доктор технических наук, профессор – раздел 13;
18. Коваленко А.В. – Кировоградский национальный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры программного обеспечения – раздел 4 (в соавторстве);
19. Коваленко А.С., Кировоградский национальный технический университет, ассистент кафедры программного обеспечения – раздел 4 (в соавторстве);
20. Ковтун В.Ю., Национальный авиационный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности информационных технологий – раздел 14, 15 (в соавторстве);
21. Ковтун М.Г., Национальный авиационный университет, аспирант кафедры безопасности информационных технологий – раздел 15 (в соавторстве);
22. Коломийцев А.В., Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, кандидат технических наук, начальник научно-исследовательского отдела научного центра ВС ХУВС им. Ивана Кожедуба, Заслуженный изобретатель Украины – раздел 6 (в соавторстве);
23. Кононович В.Г., Одесский национальный политехнический университет, кандидат технических наук, доцент – раздел 16 (в соавторстве);
24. Кононович И.В., Одесская национальная академия пищевых технологий, аспирант – раздел 16 (в соавторстве);
25. Король О.Г., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем – раздел 9 (в соавторстве);

26. Коц Г.П., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных систем – раздел 28 (в соавторстве);
27. Кошечая Н.А., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, кандидат технических наук, доцент – раздел 17 (в соавторстве);
28. Ломоносов Ю.В., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники – раздел 32 (в соавторстве);
29. Лосев М.Ю. Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем – раздел 1;
30. Лысенко И.А., Кировоградский национальный технический университет, аспирант – раздел 5 (в соавторстве);
31. Любарский М.Г., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, доктор физ. – матем. наук, профессор кафедры информатики и вычислительной техники – раздел 32 (в соавторстве);
32. Мазниченко Н.И. Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого, старший преподаватель – раздел 17 (в соавторстве);
33. Максимович В.Н., Национальный университет "Львовкая политехника", доктор технических наук, заведующий кафедры БИТ – раздел 8 (в соавторстве);
34. Манева Р.И., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», аспирант – раздел 25 (в соавторстве);
35. Мельник М.А., Одесский национальный политехнический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры информационная безопасность – раздел 18;
36. Микитин Г.В., Национальный университет "Львовкая политехника", доктор технических наук, профессор кафедры защиты информации, – раздел 8 (в соавторстве);
37. Мохамад Абу Таам Гани, Кировоградский национальный технический университет, аспирант – раздел 3 (в соавторстве);
38. Охрименко А.А., Национальный авиационный университет, ассистент кафедры безопасности информационных технологий – раздел 14 (в соавторстве);
39. Петришин Л.Б., AGH University of Science and Technology, Прикарпатский национальный университет им. В. Стефаника, доктор технических наук, заведующий кафедры информатики – раздел 2 (в соавторстве);
40. Петришин М.Л., Прикарпатский национальный университет им. В. Стефаника, аспирант – 2 (в соавторстве);
41. Потрашкова Л.В., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат экономических наук, доцент кафедры компьютерных систем и технологий – раздел 33;

42. Пушкарь А.И., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедры компьютерных систем и технологий – раздел 30 (в соавторстве);

43. Свердло Т.А., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, преподаватель кафедры информационных систем – раздел 10 (в соавторстве);

44. Смирнов А.А., Кировоградский национальный технический университет, доктор технических наук, заведующий кафедры программного обеспечения – раздел 3, 5 (в соавторстве);

45. Ушакова И.А., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных систем – раздел 24;

46. Фонта Н.Г., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кандидат технических наук, доцент – раздел 26 (в соавторстве);

47. Фразе-Фразенко А.А., Одесский национальный экономический университет, заместитель начальника центра информационных технологий – раздел 12 (в соавторстве);

48. Хорошко В.А., Национальный авиационный университет, доктор технических наук, профессор – раздел 19 (в соавторстве);

49. Хохлачова Ю.Е., Национальный авиационный университет, старший преподаватель – раздел 19 (в соавторстве);

50. Шматко А.В., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кандидат технических наук, доцент – раздел 25, 26 (в соавторстве);

51. Щербаков А.В., Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, кандидат технических наук, профессор кафедры информационных систем – раздел 27;

Кафедра информационных систем Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця выражает благодарность всем исследователям, принявшим участие в подготовке и публикации монографии.

## РАЗДЕЛ 32

# КОМПРЕССИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ТЕКСТА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОКИ

***Аннотация.** Предложен новый метод сжатия битонального изображения текста, при котором в качестве основных элементов обработки рассматриваются не связанные части символов, входящих в изображения текста, а вертикальные элементы строк этого изображения. Представлены вероятностная модель шумов сканирования и печати, искажающих изображение текста, и основанные на этой модели алгоритмы статистического анализа и нечеткой классификации вертикальных элементов строки. Предлагаемый алгоритм позволяет получить степень сжатия на 30 – 40% выше, чем алгоритм JB2 (формат DjVu) для наиболее часто используемых разрешений сканирования.*

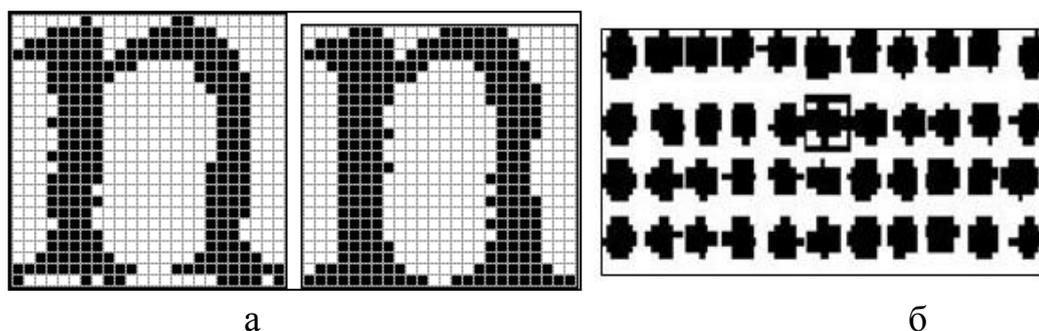
***Ключевые слова:** сжатие изображения текста, вертикальные элементы строки, статистический анализ, нечеткая классификация.*

***Abstract.** A new method of compression bitonal image text in which as basic processing elements are considered not connected parts of characters included in the text image, and the vertical lines of the elements of the image. Presents a probabilistic model of noise scanning and printing, distorting the image of the text, and based on this model algorithms for statistical analysis and fuzzy classification vertical line items. The proposed algorithm provides a compression ratio of 30 - 40% higher than the algorithm JB2 (format DjVu) for the most frequently used scanning resolution.*

***Keywords:** text image compression, vertical line items, statistical analysis, fuzzy classification.*

**Введение и постановка задачи.** В настоящее время лучшие алгоритмы для сжатия битональных изображений текста основаны на выделении изображений символов и их классификации. Это – алгоритмы JB2 и JBIG2, используемые соответственно в широко распространённых форматах DjVu и PDF. Степень сжатия информации с помощью методов классификации тем выше, чем меньше классов образуется при классификации и чем больше элементов в каждом классе [26; 155]. В этом смысле алгоритм JB2 превосходит алгоритм JBIG2.

В идеале при классификации символов текста изображения каждого символа должны находиться в одном и только одном классе. Однако ни один из известных алгоритмов этому условию не удовлетворяет. Дело в шумах (случайных искажениях), возникающих при печати страницы и ее последующем сканировании. На рис. 32.1, а, представлены два случайно выбранные изображения буквы «п» из различных 257, входящих в изображение страницы текста формата А4, при разрешении сканирования 300 dpi. Легко верится, и это действительно так, что на странице не найдется ни одной пары символов «п», полностью совпадающих друг с другом. То же относится и к другим символам, даже точкам, рис. 32.1, б.



**Рис. 32.1. Влияние шумов на изображения символов:  
а – искажения символа «п»; б – искажения символа «точка»**

И хотя человек без труда может правильно разбить изображения символов на классы, формализовать его действия пока не удалось. Имеющиеся алгоритмы классификации отводят несколько классов для изображений одного и того же символа, что уменьшает степень сжатия изображения. Кроме того в один класс иногда попадают изображения разных символов. Так, например, алгоритм JВ2 иногда «путает» буквы «b» и «h».

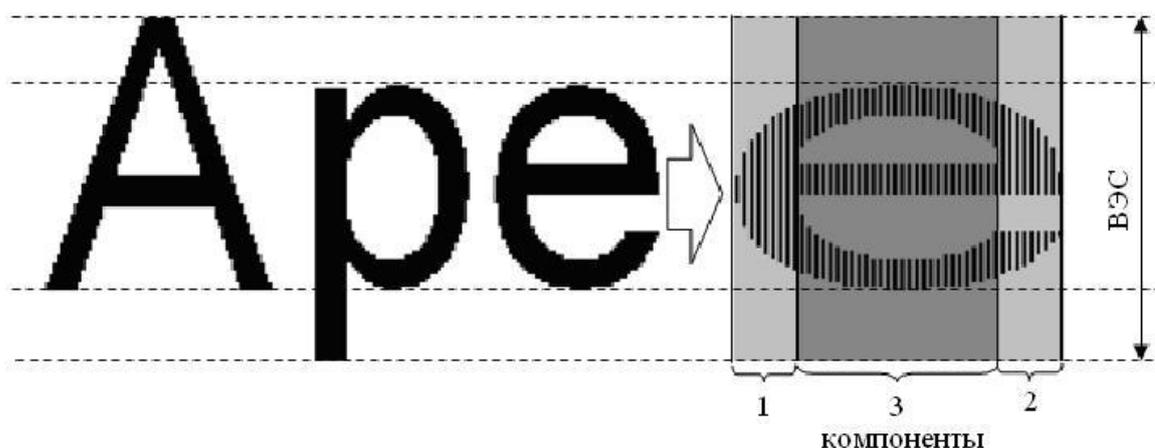
Указанные недостатки алгоритмов, классифицирующих изображения символов, наводят на мысль о том, что хотя выбор изображений символов в качестве элементов изображения страницы является естественным, этот выбор не является оптимальным.

В работе [54], в качестве классификации элементов изображения страницы рассматриваются вертикальные элементы ее строк. Результаты этой работы отображают новый подход авторов к сжатию графических текстовых данных на основе статистических методов анализа и классификации совокупности вертикальных элементов строки изображения.

Основной принцип сжатия информации методом классификации состоит в следующем. Пусть информацию можно разбить каким-то образом на элементы. В случае изображения текста естественными элементами являются изображения символов – букв, цифр, знаков препинания. Если эти элементы информации объединить в классы так, чтобы в каждом классе находились тождественные (или почти тождественные) элементы, то нет нужды хранить все элементы информации – достаточно хранить только по одному представителю каждого класса. Совокупность этих представителей называется *словарем*. Кроме того для восстановления информации нужно еще составить таблицу, называемую *картой размещения классов*, которая для каждого класса указывает, где в исходной информации находятся его элементы.

Новый подход к сжатию графических текстовых данных заключается в следующем. Если представить себе прямоугольник, охватывающий какую-либо строку, то *вертикальным элементом* этой строки будем называть пересечение прямоугольника с любой вертикальной линией шириной в один пиксель. На

рис. 32.2 показано разбиение изображения буквы «е» на вертикальные элементы строки.



**Рис. 32.2. Изображение буквы «е» и составляющие его вертикальные элементы строки с различным числом компонент**

Таким образом, страницу текста можно рассматривать как упорядоченную совокупность вертикальных элементов. Такое разбиение удобно тем, что все вертикальные элементы имеют один и тот же размер и их можно представлять и как двоичные числа, и как векторы с координатами 0 (черный пиксель) и 1 (белый пиксель).

Шумы печати и сканирования случайным образом искажают вертикальные элементы. Так что среди них могут быть искаженные и неискаженные элементы. Однако бессмысленно разбивать совокупность вертикальных элементов, составляющих изображение страницы, на классы тождественных или почти тождественных элементов, поскольку многие из них могут быть искажениями сразу нескольких неискаженных элементов. Более того, встречаются пары неискаженных элементов, которые совпадают с искажениями друг друга.

Имеет смысл говорить только о нечеткой классификации вертикальных элементов, то есть о вероятности того, что данный элемент есть искажение того или иного неискаженного элемента. При этом вопрос о том, является ли какой-то элемент неискаженным, тоже имеет лишь вероятностный ответ.

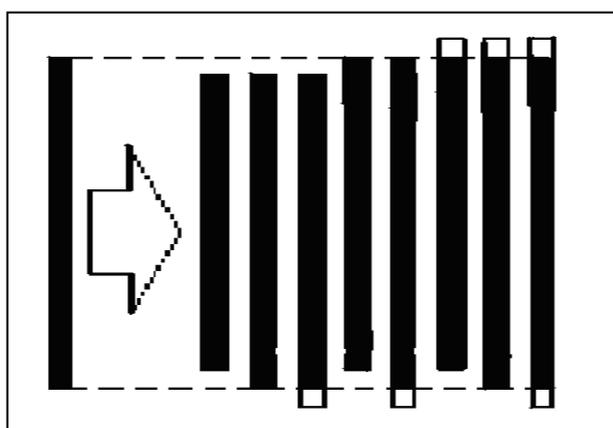
Таким образом, основная задача статистического анализа совокупности вертикальных элементов, представляющих текстовую страницу, ставится так: *по имеющейся на странице совокупности  $\tilde{X}$  вертикальных элементов указать минимальную наиболее правдоподобную совокупность  $S \subset \tilde{X}$  неискаженных элементов, а также для каждой пары  $x \in \tilde{X}$  и  $s \in S$  найти вероятность того, что данный элемент  $x$  является искажением элемента  $s$ .*

После нахождения этих вероятностей легко получить правильную классификацию изображений символов, представив последние как упорядоченный набор вертикальных элементов. Грубо говоря, изображения двух символов можно отнести к одному классу, если у каждой пары вертикальных

элементов, составляющих эти изображения и имеющих один и тот же порядковый номер, достаточно велика вероятность того, что они являются искажениями одного и того же вертикального элемента.

### **Вероятностная модель, статистический анализ и классификация вертикальных элементов строки**

Рассматривая рис. 32.3, легко заметить, что шумы печати и сканирования носят контурный характер, то есть искажения возникают только на границе изображений символов и имеют глубину внутрь или наружу в один пиксель. Искажение, которому может подвергнуться вертикальный элемент  $c \in C$  в результате наложения шумов печати и сканирования, состоит в том, что каждая его черная компонента связности на верхнем и нижнем концах может удлиниться или укоротиться на один пиксель (рис. 32.3).



**Рис. 32.3. Возможные искажения черной компоненты вертикального элемента строки**

Шумы печати и сканирования носят случайный характер, который опишем следующей упрощенной вероятностной моделью:

1. Вероятности искажения конца черной компоненты, состоящие в приобретении или потере одного пикселя, одинаковы и равны  $q$ . (Число  $q \leq 1/2$  не известно, поскольку оно зависит и от качества печати, и от разрешения сканирования, и других обстоятельств, но экспериментально легко обнаружить, что оно достаточно мало:  $q \approx 0.05$ ).

2. Искажения концов одной компоненты или концов разных компонент являются независимыми событиями.

3. Вероятность изменения числа компонент из-за искажений равна нулю. (То есть предполагается, что расстояние между черными компонентами не менее 3-х пикселей, что справедливо для подавляющего большинства вертикальных элементов.)

Строго говоря, все три принятые аксиомы неверны. Можно составить более адекватную вероятностную модель, учитывающую механизмы возникновения

шумов печати и сканирования. Однако, как оказалась, это не нужно – приведенная простейшая модель достаточно хорошо описывает случайный характер этих шумов.

Из п. 3 модели следует, что совокупность  $\tilde{X}$  всех вертикальных элементов можно разделить на группы  $\tilde{X}_s, s=1,2,3,\dots$ , содержащие только элементы с  $s$  компонентами, и проводить статистический анализ отдельно для каждой группы. Далее для краткости письма индекс  $s$  опускается.

Если элемент  $x$  является искажением элемента  $c$ , то они могут отличаться друг от друга на  $r=0,1,2,\dots,2s$  точек. Рассматривая вертикальные элементы строки как векторы евклидова пространства с координатами 0 и 1, число различий  $r$  можно вычислить по формуле

$$r = \|x-c\|^2.$$

Пусть для некоторого неискаженного элемента  $c \in C$  множество  $F_c$  состоит из него самого и всех возможных его искажений. Будем называть это множество *семейством искажений вертикального элемента  $c$* . И пусть  $P(x|\xi_c)$ , – вероятность получить вертикальный элемент  $x \in \tilde{X}$  при условии, что он является искажением вертикального элемента  $c \in C$ . Рассмотрим случайный вектор  $\xi_c$ , принимающий значения из семейства  $F_c$  с вероятностями  $P(x|\xi_c)$ .

Из п.п. 1 и 2 вероятностной модели следует, что условная вероятность  $P(x|\xi_c)$ , зависит только от числа  $r$  различий между  $x$  и  $c$ :

$$P(x|\xi_c) = q^r (1-2q)^{2s-r}, \quad r = \|x-c\|^2. \quad (32.1)$$

Число различных элементов  $x$  из семейства искажений  $F_c$  элемента  $c \in C$ , имеющих с ним ровно  $r$  различий, равно:

$$m(r) = 2^r C_{2s}^r, \quad r = 0,1,\dots,2s, \quad (32.2)$$

где  $C_{2s}^r = \frac{(2s)!}{r!(2s-r)}$  – биномиальный коэффициент.

Дополним теперь п.п. 1–3 вероятностной модели, упрощенно описывающей случайный характер шумов печати и сканирования, следующим положением, позволяющим провести статистический анализ совокупности  $\tilde{X}$  вертикальных элементов, составляющих изображение текстовой страницы:

4. Наблюдаемую совокупность  $\tilde{X}$  вертикальных элементов, присутствующих на странице, будем рассматривать как совокупную выборку значений случайных векторов из множества  $\{\xi_c : c \in C\}$ , получаемую следующим образом. Из множества  $\{\xi_c : c \in C\}$  с неизвестной нам вероятностью  $P(\xi_c)$

выбирается случайный вектор  $\xi_c$  и берется его значение. Этот эксперимент повторяется столько раз, сколько элементов расположено на странице.

**Нахождение апостериорных вероятностей  $P(\xi_c | x)$  при известной совокупности неискаженных вертикальных элементов  $C$**

Далее используются следующие обозначения:

$X$  – совокупность *отличающихся друг от друга* вертикальных элементов строки, встречающихся на странице. (Иначе говоря,  $X$  – фактор-множество множества  $\tilde{X}$  по отношению тождества.) Предполагается, что  $C \subset X$ , и  $X \subset \bigcup_{c \in C} F_c$ .

$n(x)$  – количество экземпляров вертикального элемента  $x \in X$ , имеющих на странице. В частности,  $n(c)$  – количество вертикальных элементов страницы, совпадающих с неискаженным вертикальным элементом  $c \in C$ .

$N = \sum_{x \in X} n(x)$  – число всех вертикальных элементов, расположенных на странице.

$\nu(x) = \frac{n(x)}{N}$  – частота появления элемента  $x$  на странице.

$N_C$  – количества элементов в множестве  $C$ .

Вероятность  $P(\xi_c)$ , о которой идет речь в п. 4 вероятностной модели, – это априорная вероятность того, что очередной вертикальный элемент получен как значение случайного вектора  $\xi_c$ . Напомним, что основная задача состоит в нахождении для каждой пары вертикальных элементов  $x \in X$  и  $c \in C$  вероятности того, что данный элемент  $x$  появился в результате искажения вертикального элемента  $c$ . Иначе говоря, эта вероятность, обозначим ее через  $P(\xi_c | x)$ , является апостериорной вероятностью появления случайного вектора  $\xi_c$  при условии, что полученным значением является  $x$ .

Поскольку  $\sum_{c \in C} P(\xi_c | x) = 1$  для всех вертикальных элементов  $x \in X$ , то вероятность  $P(\xi_c | x)$ , рассматриваемая как функция двух переменных на декартовом произведении  $C \times X$ , представляет собой нечеткую классификацию совокупности  $X$  вертикальных элементов страницы.

Апостериорная вероятность  $P(\xi_c | x)$  связана с априорной вероятностью  $P(c)$ , формулой Байеса:

$$P(\xi_c | x) = \frac{P(x | \xi_c) P(\xi_c)}{P(x)}, \quad c \in C, x \in X, \quad (32.3)$$

где

$$P(x) = \sum_{c' \in C \cap F_x} P(x | \xi_{c'}) P(\xi_{c'}) \quad (32.4)$$

– полная вероятность появления вертикального элемента  $x$  при однократном проведении эксперимента, описанного в п. 4 вероятностной модели, а  $P(x | \xi_c)$  – известная (32.1) с точностью до параметра  $q$  вероятность появления вертикального элемента  $x$  при условии, что он является значением случайного вектора  $\xi_c$ .

Формула Байеса позволяет найти апостериорные вероятности  $P(\xi_c | x)$ , если известны вероятность искажения  $q$  и априорные вероятности  $P(\xi_c)$ .

Рассмотрим зависящий от этих вероятностей функционал

$$\Phi = \frac{1}{2} \sum_{x \in X} [P(x) - \nu(x)]^2, \quad (32.5)$$

и будем считать, что чем он меньше, тем правдоподобнее выбранные значения искомых вероятностей  $P(\xi_c)$ ,  $c \in C$ , и  $q$ . Поэтому будем искать эти вероятности как доставляющие минимум функционалу  $\Phi$  при дополнительном условии  $\sum_{c \in C} P(\xi_c) = 1$ , которое позволит трактовать найденные значения как априорные вероятности.

Эта задача решается итерационным алгоритмом, основанном на стандартных методах математического анализа, а именно на методе множителей Лагранжа.

#### **Алгоритм построения совокупности неискаженных вертикальных элементов строки**

Предположим, что совокупность неискаженных вертикальных элементов точно не известна, но предполагается, что ею является некоторое множество  $C$ . Проверку правдоподобности этого предположения можно провести следующим образом.

Прежде всего, множество  $C$  должно обладать тем свойством, что оно, дополненное всеми возможными искажениями его элементов, должно содержать множество всех вертикальных элементов строки, то есть

$$\bigcup_{c \in C} F_c \supset X. \quad (32.6)$$

Далее, предположив, что  $C$  – совокупность неискаженных элементов, вычислим с помощью алгоритма нахождения априорных вероятностей  $P(\xi_c)$ ,  $c \in C$ , и вероятность искажения  $q$ . После чего найдем полные вероятности

$$P(x) = \sum_{c \in C} q^{\|x-c\|^2} (1-2q)^{2s-\|x-c\|^2} P(\xi_c), \quad x \in X, \quad (32.7)$$

и рассмотрим функционал

$$\Gamma = \sum_{x \in X} \nu(x) |P(x) - \nu(x)|, \quad (32.8)$$

где  $\nu(x)$  – частота появления элемента  $x$ .

Будем считать, чем меньше значение функционала  $\Gamma$ , тем правдоподобнее, что рассматриваемое множество  $C$  является совокупностью неискаженных элементов.

Приведенный ниже алгоритм строит *локально наиболее правдоподобную* совокупность  $C$  в том смысле, что добавление или изъятие любого элемента из этой совокупности не уменьшает значение функционала  $\Gamma$ . Не в строгом смысле совокупность  $C$  можно назвать *минимальной*, так ее построение начинается с множества, которое имеет минимальное или близкое к минимальному число элементов среди множеств, удовлетворяющих обязательному условию (32.6). Отметим еще, что наличие весовых множителей  $\nu(x)$  в сумме (32.8) объясняется тем, что предпочтительным является хорошее совпадение значений  $P(x)$  и  $\nu(x)$  на вертикальных элементах  $x$  с наиболее полной статистикой.

Алгоритм основан на том, что полная вероятность  $P(x)$  появления вертикального элемента  $x \in X$  в условиях малой вероятности искажений  $q$  существенно зависит от того, считается ли этот элемент искаженным или неискаженным. Действительно, согласно формуле (32.7) во втором случае по сравнению с первым вероятностность  $P(x)$  имеет дополнительное слагаемое  $(1 - 2q)^{2s} P(\xi_x)$ . Причем в отличие от остальных слагаемых, имеющих первый или больший порядок малости по  $q$ , дополнительное слагаемое имеет нулевой порядок малости. Из этого можно сделать два вывода.

Во-первых, наибольшие значения частоты  $\nu(x)$  с большой степенью правдоподобия приходятся на неискаженные элементы  $c \in C$ . На этом основана первая часть приведенного ниже алгоритма.

Во-вторых, если наблюдается большая по модулю невязка

$$\Delta(x) = P(x) - \nu(x), \quad (32.9)$$

то ее в некоторых случаях можно уменьшить, объявив элемент  $x$  принадлежащим множеству  $C$ , если он до этого не принадлежал  $C$ , или, наоборот, исключив элемент  $x$  из множества  $C$ , если он ему принадлежал. Это свойство используется во второй части алгоритма, минимизирующей функционал  $\Gamma$  путем добавления к множеству  $C$  или изъятия из него вертикальных элементов, дающих наибольшую по модулю невязку (32.9).

Алгоритм нахождения совокупности неискаженных вертикальных элементов строки состоит из двух частей.

### **I. часть**

- a. Полагаем  $C = \emptyset$  (пустое множество).
- b. Присоединяем к множеству  $C$  любую точку в которой достигается максимум функции  $\nu(x)$  на множестве  $X \setminus \bigcup_{c \in C} F_c$ ;

с. Повторяем действия п. 2, пока  $X \setminus \bigcup_{c \in C} F_c \neq \emptyset$ .

## II. часть

а. Полагаем  $R = \emptyset$ .

б. Применяем к текущему множеству  $C$  алгоритм предыдущего пункта для нахождения вероятностей  $P(\xi_c)$ ,  $c \in C$ , и вероятности искажения  $q$ . Вычисляем полные вероятности  $P(x)$ ,  $x \in X$ , по формуле (32.7).

с. Находим любую точку  $x$ , в которой модуль функции  $\nu(x)\Delta(x)$ , вычисляемой с помощью формулы (32.9), достигает максимума на множестве  $X \setminus R$  и помещаем  $x$  в множество  $R$ . Если

i.  $x \in C$  и  $\Delta(x) > 0$ , то исключаем  $x$  из множества  $C$  и выполняем действия, описанные в п.п. 2 и 3 части I;

ii.  $x \notin C$  и  $\Delta(x) < 0$ , то включаем  $x$  в множество  $C$ .

Если множество  $C$  изменилось после этих действий, снова выполняем п. 2. Если функционал  $\Gamma$ , вычисляемая по формуле (32.8), не уменьшился, то в случае i) возвращаем  $x$  в множество  $C$ , а в случае ii) исключаем  $x$  из этого множества.

д. Повторяем действия п. 3, пока  $X \setminus R \neq \emptyset$ .

е. Повторяем действия п.п. 1, 2, 3 и 4 до момента, когда функционал  $\Gamma$  перестанет изменяться.

### Классификация изображений символов, основанная на нечеткой классификации вертикальных элементов строки

Окончательным этапом обработки изображения текста является классификация изображений символов в изображении текста. Под изображением символа понимается упорядоченная совокупность вертикальных элементов строки, не содержащая пробелов и ограниченная пробелами слева и справа.

Предварительно проведенная нечеткая классификация  $P(\xi_c | x)$ ,  $x \in X, c \in C$ , совокупности вертикальных элементов строки позволяет для каждой пары вертикальных элементов  $x_1, x_2 \in X$  найти вероятность  $p(x_1, x_2)$  того, что они являются искажениями одного и того же (не важно какого) неискаженного элемента:

$$p(x_1, x_2) = \sum_{c \in C} P(\xi_c | x_1) P(\xi_c | x_2). \quad (32.10)$$

Если эта вероятность превосходит экспериментально подобранный параметр  $p_0$ , то элементы  $x_1$  и  $x_2$  называются *близкими*.

Два изображения символов считаются изображениями одного и того же символа, если их можно совместить так, чтобы достаточно много пар совмещенных вертикальных элементов были близкими. Точнее, множество таких пар должно быть достаточно плотным, то есть, число подряд идущих пар вертикальных элементов, не являющихся близкими, не должно превосходить

некоторого параметра  $n_o$ , пропорционального разрешению сканирования. Коэффициент пропорциональности также подбирается экспериментально.

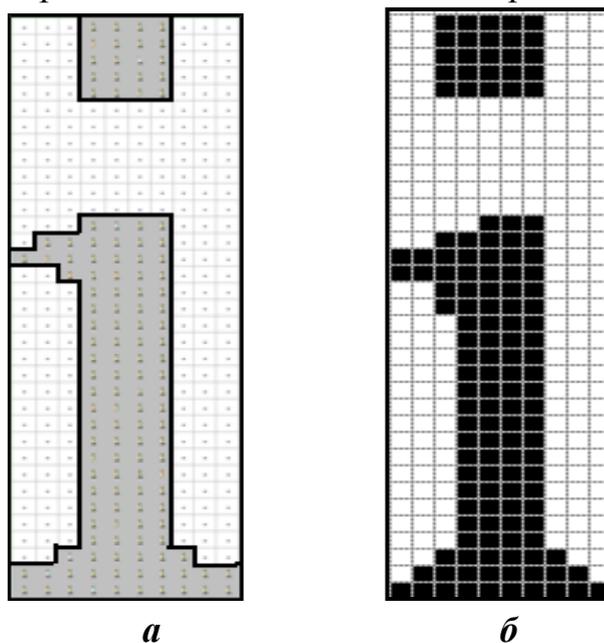
Описанный критерий позволяет разбить совокупность всех изображений символов на классы, каждый из которых в идеале должен соответствовать одному и только одному символу. Количество полученных классов при различном объеме текста приведено в табл. 32.1, где для сравнения дополнительно указано количество классов, полученных алгоритмом JB2, а также действительное количество классов в неискаженном тексте.

**Таблица 32.1**

**Количество классов при различном объеме текста**

Объем текста в символах	60	40	20	80	60	920	880	840
Предлагаемый алгоритм	1	9	0	4	7	4	6	7
Алгоритм JB2	9	2	6	1	4	21	74	35
Действительное кол-во классов	6	7	8	2	3	9	7	8

После разбиения всех изображений символов на классы в каждом из них находится усредненное изображение, которое в дальнейшем будет представлять этот класс. Процедура усреднения состоит в наложении друг на друга всех изображений класса, совмещая их «центры тяжести», и вычислении среднего значения яркости для каждой точки с последующим округлением. На рис. 32.4а представлен полученный результат для класса, содержащего изображения символа «i». Для сравнения на рис. 32.4б приводится неискаженное изображение этого символа.



**Рис. 32.4. Изображения символа «i»: а – усредненное в классе изображение символа «i»; б – неискаженное изображение символа «i»**

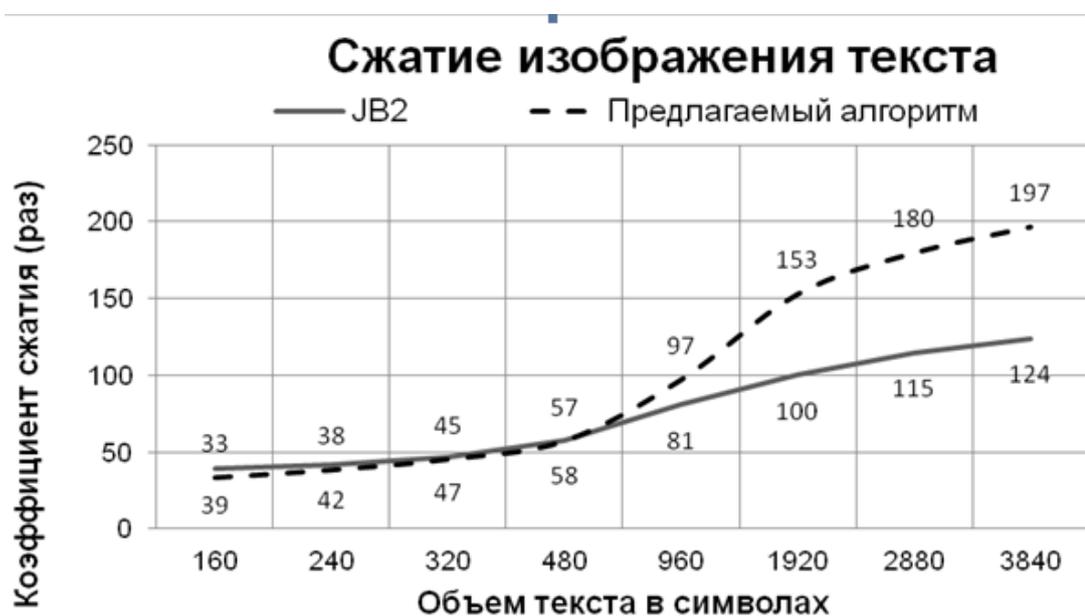
Усредненные изображения символов формируют словарь символов, который дополняется картой расположения символов в тексте. Эти два объекта и представляют собой закодированное изображение текста.

### Практические результаты кодирования

Для сравнения работы рассматриваемого алгоритма и лучшего на сегодняшний день алгоритма сжатия изображений текста – алгоритма JB2, был выбран битональный текст в электронном виде с параметрами: шрифт – Times New Roman, кегль – 12, число символов – 3840 (страница формата А4). Этот текст был распечатан на черно-белом лазерном принтере, а затем сканирован с параметрами: формат изображения – \*.bmp, глубина цвета – 1 бит, разрешение 300 dpi.

Результаты классификации изображений символов приведены в табл. 32.1. Количество классов, полученных предлагаемым алгоритмом, близко к истинному и, начиная примерно с объема текста  $10^3$  символов, существенно меньше, чем при работе алгоритма JB2. С ростом объема текста этот эффект усиливается, что объясняется увеличением статистики вертикальных элементов строки.

Сравнительно большое количества классов, даваемых алгоритмом JB2, приводит к тому, что сформированные им словарь и карта расположения классов занимают значительно больший объем, чем у рассматриваемого алгоритма. Поэтому последний имеет лучший коэффициент сжатия, чем алгоритм JB2, что можно проследить на рис. 32.5.

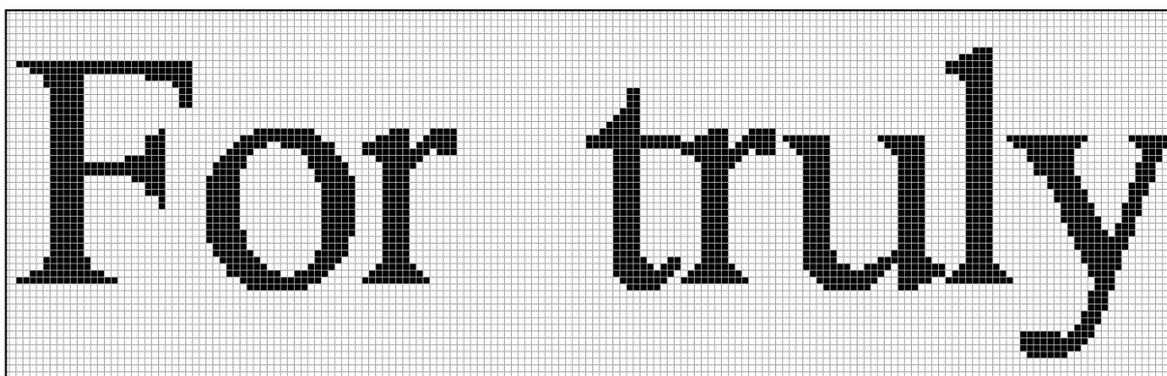


**Рис. 32.5. Коэффициент сжатия изображения текста при разных объемах текста**

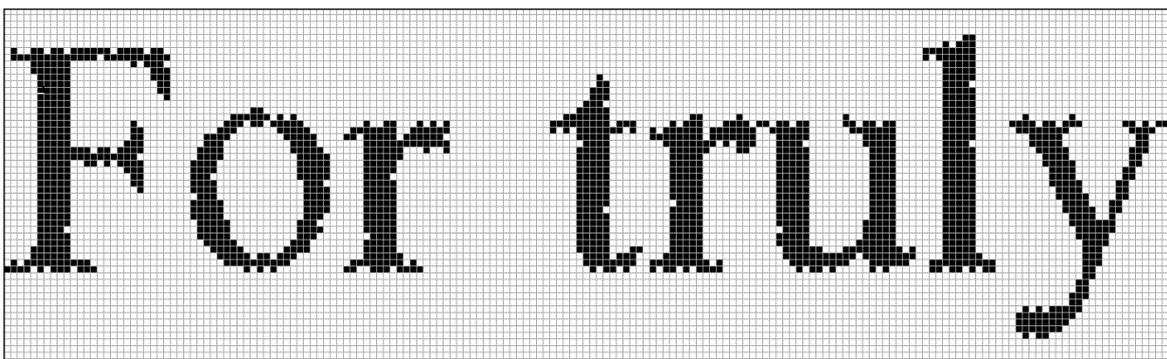
Заметное отличие между рассматриваемыми алгоритмами в степени сжатия как раз наблюдается, начиная с объема текста в  $10^3$  символов, когда количества классов, даваемых этими алгоритмами, становятся существенно разными.

На рис. 32.6 представлены небольшой фрагмент текста в электронном виде, его изображение после печати и сканирования и восстановленные изображения после

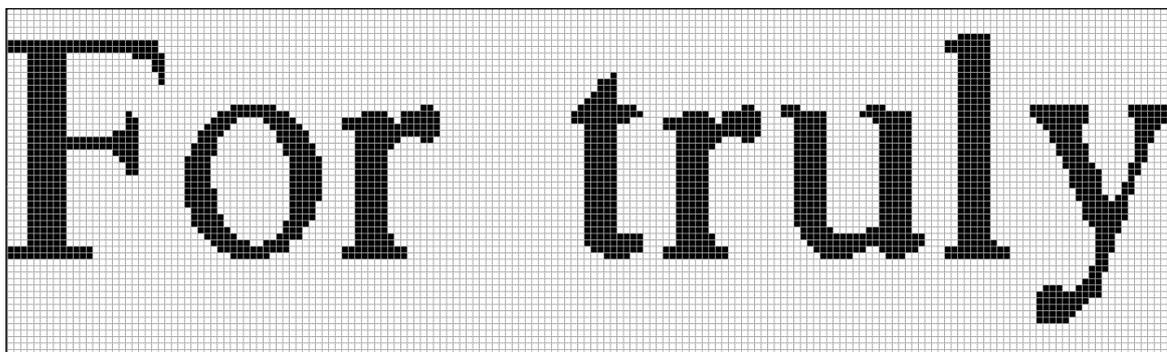
сжатия сканированного изображения алгоритмом, рассматриваемым в этой работе и алгоритмом JB2. (Объем текста 3840 символов – стандартная страница А4).



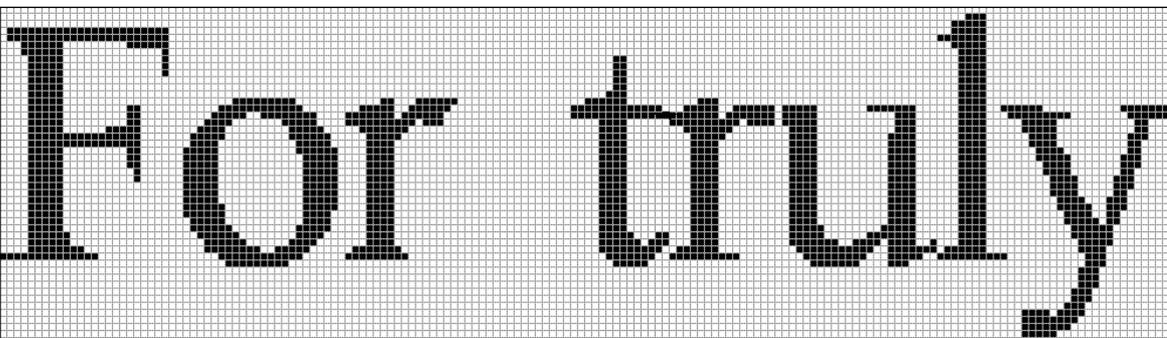
*a*



*б*



*в*



*г*

Рис. 32.6. Фрагмент текста: *a* – в электронном виде; *б* – изображение после печати и сканирования; *в* – восстановленное изображение рассматриваемым алгоритмом; *г* – алгоритмом JB2

Отметим, что сканированное изображение текста заметно искажено контурными шумами. После сжатия этого изображения предлагаемым алгоритмом и последующего восстановления шумы исчезают, и хотя изображения символов несколько отличаются от их электронного варианта, читаемость восстановленного текста такая же, как и у текста в электронном виде.

Отсутствие шумов в восстановленном изображении текста объясняется тем, что каждый элемент словаря, формируемого предлагаемым алгоритмом, получается усреднением всех изображений одного класса, что подавляет случайные шумы. Эффективность усреднения как фильтра случайных шумов тем выше, чем больше элементов в каждом классе изображений. Благодаря тому, что обсуждаемый алгоритм имеет число классов, близкое к минимально возможному, количество элементов в каждом классе близко к числу, с каким символ встречается в тексте. В рассматриваемом примере (табл. 32.1) каждый класс в среднем содержит примерно 56 изображений одного и того же символа. Классы, образованные алгоритмом JB2, соответственно – 16. Этим объясняется видимое наличие остаточных случайных шумов на изображения текста, восстановленного алгоритмом JB2 (два изображения буквы «г» неодинаковы, вертикальные линии в изображении символа «и» заметно отличаются друг от друга, засечки на изображении литеры «F» несимметричны и т. д.).

**Заключение.** Рассматриваемый в этой работе алгоритм сжатия сканированного изображения текста обладает по сравнению с лучшим на сегодняшний день алгоритмом JB2 двумя преимуществами:

1. имеет заметно более высокий коэффициент сжатия: для текста объемом в  $4 \times 10^3$  символов (стандартная страница А4) превышение на 37%;
2. восстановленное изображение текста по качеству заметно лучше сканированного изображения и приближается к изначально электронному.

Эти преимущества достигнуты благодаря классификации символов, основанной на статистическом анализе совокупности всех вертикальных элементов строк (нечеткой классификации). Такой подход позволяет получить количество классов, близкое к числу отличных друг от друга символов, встречающихся в тексте. Это обеспечивает и высокую степень сжатия, и хорошее качество восстановленного текста, заметно превышающее качество исходного сканированного текста.

Для наиболее часто используемого на практике разрешения изображения текста 300 dpi авторами были получены следующие сравнительные количественные показатели сжатия:

- в работе [55] преимущество над JB2 – 8 %;
- в работе [56] преимущество над JB2 – 25 %;
- в работе [54] преимущество над JB2 – 37 %.

Это является основной характеристикой представленного метода и раскрывает новые возможности повышения информативности представления текстовых графических данных в инженерных реализациях.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Amerini I. Copy-move forgery detection and localization by means of robust clustering with J-linkage / I. Amerini, L. Ballan, R. Caldelli, A. del Bimbo, L. del Tongo, G. Serra // *Signal Processing*. – 2013. – Т.28. – №6. – С. 659–669.
2. Bennett K. Linguistic Steganography: survey, analysis, and robustness concerns for hiding information in text, Center for Education and Research in Information Assurance and Security, CERIAS Tech Report 2004 – 13. – 30 pp.
3. Bhattacharya J. Rudiments of computer science. Kolkata.2010.
4. Bohm C. Flow Diagrams, Turing Machines and Languages with Only Two Formation Rules. / C. Bohm, G. Jacopini – *Comm. Of the ACM*, V.9. – 1966. – PP. 366 – 371.
5. Brent Richard and Zimmermann Paul. Modern Computer Arithmetic // *Cambridge Monographs on Computational and Applied Mathematics* (No. 18), Cambridge University Press, November 2010. – 239 p.
6. Brumnik R. Techniques For Performance Increasing Of Integer Multiplications In Cryptographic Application. / R. Brumnik, V. Kovtun, A. Okhrimenko, S. Kavun – *Mathematical Problems in Engineering*. – vol. 2014. – 2014. – p. 7.
7. Dupaquis V. Redundant Modular Reduction Algorithms. Smart Card Research and Advanced Applications. Lecture Notes in Computer Science / V. Dupaquis, A. Venelli – Volume 7079. – 2011. – PP. 102 – 114.
8. Evaluation of hypothetical attacks against PassWindow [Electronic resource] / Sean O'Neil // *PassWindow* – 2009. – Access mode: [http://www.passwindow.com/evaluation\\_of\\_hypothetical\\_attacks\\_against\\_passwindow](http://www.passwindow.com/evaluation_of_hypothetical_attacks_against_passwindow).
9. Farid H. Image Forgery Detection / H. Farid // *IEEE Signal processing magazine*. – 2009. – P. 16 – 25.
10. Final report of European project number IST-1999-12324, named New European Schemes for Signatures, Integrity, and Encryption, April 19, 2004 – Version 0.15 (beta), Springer-Verlag.
11. Getman A. A crowdsourcing approach to building a legal ontology from text / A. P. Getman, V. V. Karasiuk // *Artificial Intelligence and Law*. – 2014. Vol. 22, Num. 3, – P. 313 – 335.
12. Herega A. Dynamical chaos in four dimension phase space: Introduction to classification / A. Herega, I. Kononovich, V. Rats // *Computer Technologies in Physical and Engineering Applications (ICCTPEA) International Conference on*. – St. Petersburg IEEE, 2014 (DOI 10.1109/ICCTPEA.2014.6893276). – Regime access: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6893276&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel7%2F6881321%2F6893238%2F06893276.pdf%3Farnumber%3D6893276>.
13. Kononenko Igor V. Computerizing of Production and Economic Systems Development Management. /I. V. Kononenko. – Black & White, 2012. – 334 p.

14. Kostiuk A. A new recurrence data encode method in information systems of management / A. Kostiuk, L. Petryshyn // W: Zarządzanie przedsiębiorstwem – teoria i praktyka: XIV międzynarodowa konferencja naukowa : 22–23 listopada 2012, Kraków : materiały konferencyjne. / Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie. — Kraków : WZ AGH, cop. 2012. – P. 1 – 5.
15. Lhote L., Vallée B Sharp Estimates for the Main Parameters of the Euclid Algorithm. LATIN 2006: Theoretical Informatics. Lecture Notes in Computer Science Volume 3887, 2006. – PP. 689 – 702.
16. Marketing channel [Electronic resource]. – Mode of access : [http://en.wikipedia.org/wiki/Marketing\\_channel](http://en.wikipedia.org/wiki/Marketing_channel).
17. NESSIE consortium “NESSIE Security report.” Deliverable report D20 – NESSIE, 2002. – NES/DOC/ENS/WP5/D20 [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.cryptonessie.org/>.
18. Olijnykov R. An Impact of S-box Boolean Function Properties to Strength of Modern Symmetric Block Ciphers / R. Olijnykov, O. Kazymyrov // Радиотехника, 2011. Вып. 116. – С. 11 – 17.
19. Preparata Franco P. On the Representation of Integers in Nonadjacent Form // SIAM Journal on Applied Mathematics. – Vol. 21. -No. 4. -1971. – PP. 630 – 635.
20. Rey C. A survey of watermarking algorithms for image authentication / C. Rey, J.-L. Dugelay // EURASIP J. Appl. Signal Process. – 2002. – №1. – С. 613 – 621.
21. Smirnov A.A. Experimental studies of the statistical properties of network traffic based on the BDS-statistics / A.A. Smirnov, D.A. Danilenko // International Journal of Computational Engineering Research (IJCER). – Volume 4, Issue 5. – India. Delhi. – 2014. – P. 41 – 51.
22. Stehle D., Zimmermann P. A Binary Recursive Gcd Algorithm. Algorithmic Number Theory. Lecture Notes in Computer Science Volume 3076, 2004. – PP. 411 – 425.
23. WEB-application [Электронный ресурс] // Сайт информатики и программирования для студентов и школьников. – Режим доступа: <http://inflib.ru/slovar-spravochnik-po-terminam/setevyie-tehnologii/web-prilozheniya-veb-prilozheniya-web-application.html>. – Название с экрана.
24. Абросимов А.Г. Информационно-образовательная среда ВУЗа [Электронный ресурс] / А.Г. Абросимов. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://comparative.edu.ru:9080/PortalWeb/data/00004047/2.pdf>.
25. Автоматический анализ сложных изображений [Сборник переводов] / Под ред. Э.М. Бравермана – М.: Издательство Мир, 1969. – 308 с.
26. Айвазян С. А. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности [Текст] / С. А. Айвазян, В. М. Бухштабер, И. С. Енюков и др. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607с.
27. Алешин Г.В., Урвачев В.И. Оптимизация подвижных линий связи со

сверхузкими диаграммами направленности излучателей. В кн. «Некоторые вопросы повышения эффективности и помехоустойчивости радиоэлектронных систем». – Х.: ХВВУ, 1973, Вып. 331.

28. Алешин Г.В. Эффективность сложных радиотехнических систем. / Г.В. Алешин, Ю.А. Богданов – К.: «Наукова думка», 2008. – 288 с.

29. Альошин Г.В. Оцінка якості інформаційно-вимірjuвальних систем. / Г.В. Алешин – Х.: УкрДАЗТ, 2008. – 300 с.

30. Ансофф И. Новая корпоративная стратегия. / И. Ансофф. – СПб.: Издательство «Питер», 1999. – 416 с.

31. АСУ городским хозяйством / И.В. Кузьмин, Э.Г. Петров, И.А. Алферов, В.В. Евсеев, Л.В. Мигунова. – Киев, – «Будівельник», 1978. – 144 с.

32. Баркалов С. А. Модели и механизмы в управлении организационными системами / С. А. Баркалов, В. Н. Бурков, Д. А. Новиков, Н. А. Шульженко – М.: Тульский полиграфист, 2003. – Т. 1. – 560 с., Т. 2. – 380 с., Т. 3. – 205 с.

33. Белецкий А. Я. Обобщенные коды Грея. / А. Я. Белецкий. – «Palmarium Academic Publishing», Germany, 2014. – 208с.

34. Беляев А. Стеганограмма: скрытие информации // Программист, 2002, №1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.alinkamalinka7.narod.ru/referist.doc](http://www.alinkamalinka7.narod.ru/referist.doc). В. Текин. Текстовая стеганография // Мир ПК. – 2004. – № 11. – С. 6263

35. Библиотека многократной точности GMP. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://gmplib.org>

36. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки: Пер. с англ. / Р. Блейхут. – М. : Мир, 1986. – 576 с.

37. Браткевич В. В. Количественная оценка качества мультимедийной продукции. / В. В. Браткевич, А.И. Пушкаръ // Информационные системы в управлении, образовании, промышленности: монография / под ред. В.С. Пономаренко. –Х. Вид-во ТОВ «Щедра садиба плюс». – 2014. – 498 с.

38. Браткевич В. В. Оптимизация связей между критериями оценки качества мультимедийных изданий / В.В. Браткевич / Системи обробки інформації // Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії. – Випуск 7 (97). – Х. : 2011. – С. 84.

39. Бурков В. Н. Как управлять организациями / В. Н Бурков, Д. А. Новиков. – М. : СИНТЕГ. – 2004. – 400 с.

40. Бутман Е. Эволюция каналов сбыта [Электронный ресурс] // Бизнес-журнал. – 2012. – № 5. – Режим доступа : [http://www.marketing.spb.ru/lib-mm/sales/channel\\_evol.htm?printversion](http://www.marketing.spb.ru/lib-mm/sales/channel_evol.htm?printversion).

41. Ватолин Д. Методы сжатия данных / Д.Ватолин, А.Ратушняк, М.Смирнов, В.Юкин. – ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 381 с.

42. Воронин А. А. Оптимальные иерархические структуры / А. А. Воронин, С. П. Мишин. – М. : ИПУ РАН – 2003. – 214 с.

43. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц / Ф.Р.Гантмахер. – М.: Наука, 1988. – 552 с.
44. Годлевский М.Д. Принципы управления функционированием и развитием холдинга на основе ключевых показателей эффективности / Э.Е. Рубин, С.С. Никитчук – Вестник НТУ «ХПИ». – С. 46 – 54.
45. Граничин О. Н. Рандомизированные алгоритмы в задачах обработки данных и принятия решений. / О. Н. Граничин // Системное программирование. Вып. 6, 2012. – С. 141 – 162. – Режим доступа: <http://www.math.spbu.ru/user/gran/papers/10580575.pdf>.
46. Грибунин В.Г. Цифровая стеганография [Текст]: монография / В.Г. Грибунин, И.Н. Оков, И.В. Туринцев. – М. : СОЛОН-Пресс, 2002. – 272 с.
47. Григорьев С.Г. Основные принципы и методики использования системы порталов в учебном процессе / С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, Г.А. Краснова // Интернет-порталы: содержание и технологии. – № 2. – М.: Просвещение, 2013. — С. 56 – 84.
48. Двухфакторная Аутентификация [Электронный ресурс] // Aladdin – 2014. – Режим доступа: <http://www.aladdin-rd.ru/solutions/authentication>.
49. Динамический хаос. – Режим доступа: [https://www.google.ru/?gws\\_rd=ssl#newwindow=](https://www.google.ru/?gws_rd=ssl#newwindow=)
50. Закон України “Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах” від 05.07.1994 № 80/94-ВР. Остання редакція від 02.03.2014. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/80/94-%D0%B2%D1%80>
51. Засядько А.А. Дифференциально-тейлоровская модель задачи восстановления в спектроскопии / А.А. Засядько // Электронное моделирование. – 2002. – Т.24. – № 6. – С. 97 – 105.
52. Засядько А.А. Моделювання процесу відновлення сигналів методом диференційно-тейлорівських перетворень / А.А. Засядько // Вісник ЖІТІ. – 2001. – № 18 / Технічні науки. – С. 101 – 104.
53. Зензин О. С. Стандарт криптографической защиты – AES. Конечные поля. / О. С. Зензин, М. А. Иванов. Под ред. М. А. Иванова. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ. – 2002. – 176 с.
54. Иванов В. Г. Сжатие изображения текста на основе статистического анализа и классификации вертикальных элементов строки [Текст] / В. Г. Иванов, Ю. В. Ломоносов, М. Г. Любарский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - Харьков. – 2014.- № 4/2 (70). – с. 4 – 15.
55. Иванов В. Г. Сжатие изображения текста на основе выделения символов и их классификации [Текст] / В. Г. Иванов, М. Г. Любарский, Ю. В. Ломоносов // Проблемы управления и информатики. – 2010. – № 6. – С. 111 – 122.
56. Иванов В. Г. Сжатие изображения текста на основе формирования и классификации вертикальных элементов строки в графическом словаре

символьных данных [Текст] / В. Г. Иванов, М. Г. Любарский, Ю. В. Ломоносов // Проблемы управления и информатики. – 2011. – № 5. – С. 98 – 109.

57. Иванов В.Г. Сжатие изображения текста на основе формирования и классификации вертикальных элементов строки в графическом словаре символьных данных / В.Г. Иванов, М.Г. Любарский, Ю.В. Ломоносов // Проблемы управления и информатики. – К. – 2011. – № 5. – С. 98 – 109.

58. Иванов М. А. Теория, применение и оценка качества генераторов псевдослучайных последовательностей. / М. А. Иванов, И. В. Чугунков. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2003. – 240 с.

59. Иванов С. Н. Использование онтологической модели учебных ресурсов в правоведении / С.Н. Иванов, В.В Карасюк // Инновации и современные технологии в системе образования : материалы III международной научно-практической конференции 20–21 февраля 2013 года. – Прага : Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2013. – С. 174 – 177.

60. Иванов В.Г. Сжатие изображения текста на основе выделения символов и их классификации. / В.Г. Иванов, Ю.В. Ломоносов, М.Г. Любарский – Киев: Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». – 2010, №6. – С. 111 – 122.

61. Ивлев А.А. Основы теории Джона Бойда. Принципы, применение и реализация / А.А. Ивлев. 2009 – Режим доступа: <http://www.milresource.ru/Boyd.html>.

62. Информационные системы в управлении, образовании, промышленности. [Коллективная монография]. [Алешин Г.В., Коломийцев А.В. и др.]; под ред. В.С. Пономаренко. – Х.: Вид-во ТОВ «Щедра садиба плюс», 2014, – 498 с.

63. Иванов С. М. Створення індивідуального інформаційного простору для навчання студента правника / С. М. Иванов, В. В. Карасюк, С. В. Глинянський // Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі (ІСТ-2014): Праці VI Науково-практичної конференції (18-20 листопада 2014, Львів). – Львів, Національний університет «Львівська політехніка» – С. 150 – 155.

64. Кавун С. В. Економічна та інформаційна безпека підприємств у системі консолідованої інформації : навчальний посібник / С. В. Кавун, А. А. Пилипенко, Д. О. Ріпка. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 364 с.

65. Казакова Н.Ф. Моніторинг інформаційних ресурсів в захищених інформаційних мережах [Текст] / Н. Ф. Казакова // Світ інформації та телекомунікацій : VII міжнар. наук.-техн. конф. студентства та молоді, 15-16 квітня 2010 р. – ДУІКТ, Київ. – С. 165-168.

66. Казакова, Н. Ф. Некоректні задачі відновлення даних у системах моніторингу інформаційного простору [Текст] / Н. Ф. Казакова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2012. – № 8(179). – Т. 1. – С. 325 – 332.

67. Казакова, Н. Ф. Оцінка живучості систем моніторингу інформаційного простору [Текст] / Н. Ф. Казакова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков : Технологический центр. – 2012 – № 4/2(58). – С. 12 – 15.
68. Казакова, Н. Ф. Питання теорії детермінованої регуляризації некоректних задач відновлення інформації в системах моніторингу спеціального призначення [Текст] / Н. Ф. Казакова, А. О. Петров // Інформаційно-вимірювальні технології в метрології, технічне регулювання та менеджмент якості : III всеукр. наук.-практ. конф., 30-31 травня 2013 р. : матер. конф. – Одеса : ОДАТРЯ. – С. 81 – 83.
69. Казимиров А. В. Метод построения нелинейных узлов замены на основе градиентного спуска. / А. В. Казимиров, Р. В. Олейников // Радиотехника: Всеукр. межвед. научно техн. сб. – 2013. – Вып. 172: Информ. безопасность. – С. 104 – 108.
70. Камер Дуглас Э. Сети TCP/IP, том 1. Принципы, протоколы и структура / Камер Дуглас Э. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. – 445с.
71. Карасюк В.В. Дистанционные методы изучения гуманитарных дисциплин / В.В. Карасюк, Н.А. Кошева, Н.И. Мазниченко // Инновационные информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции. Том 1. / Гл. ред. С.У. Увайсов – М.:МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. – С. 222 – 229.
72. Карасюк В.В. Формирование индивидуального образовательного пространства студента в условиях дистанционного обучения / В.В. Карасюк, С. Н. Иванов // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Сборник научных трудов. Серия: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2014. – № 35 (1078). – С. 105 – 112.
73. Клачек П. М. Технологическая платформа как инструмент регионального инновационного развития экономики России. / П. М. Клачек, С. И. Корягин, Е.С. Минкова // Научно-технические ведомости СПбГПУ № 4, серия «Экономические науки». – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 35 – 39.
74. Клейнер Г. Б. Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность / Г. Б. Клейнер, В. А. Тамбовцев, Р. М. Качалов. – М.: Экономика, 1997. – 288 с.
75. Кобозева А.А. Анализ информационной безопасности / А.А.Кобозева, В.А.Хорошко. – К.: Изд.ГУИКТ, 2009. – 251 с.
76. Кобозева А.А. Нечувствительность стеганосообщения к сжатию и формальные достаточные условия ее обеспечения / А.А. Кобозева, М.А. Мельник // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету ім. Т. Шевченка. – 2012. – Вип. 38. – С. 193–203.
77. Коваленко А.С. Підсистема технічної діагностики для автоматизації процесів керування в інтегрованих інформаційних системах / Коваленко А.С., Смірнов О.А., Коваленко О.В // Системи озброєння і військова техніка. – Випуск 1(37) – Х.: ХУПС – 2014. – С. 86 – 90.

78. Ковбасюк С.В. Методика определения параметров нелинейных систем на основе дифференциально–нетейлоровских преобразований / С.В. Ковбасюк, А.А. Писарчук // Двойные технологии. – 2004. – № 1. – С. 30 – 34.

79. Комп'ютеризовані системи і технології видавничо-поліграфічних виробництв: монографія / Під ред. О. І. Пушкаря. – Харків: ІНЖЕК, 2011. – 296 с. (подраздел 4.1. Методика розробки поліграфічного калькулятора для розрахунку вартості замовлення).

80. Конахович Г.Ф. Компьютерная стеганография [Текст]: теория и практика / Г.Ф. Конахович, А.Ю. Пузыренко. — Киев : МК-Пресс, 2006. – 288 с.

81. Король О. Г. Исследование методов обеспечения аутентичности и целостности данных на основе односторонних хеш-функций / О. Г. Король, С. П. Евсеев. // Научно-технический журнал «Захист інформації». Спецвипуск (40). – 2008. – С. 50 – 55.

82. Кристиан Венц. Программирование в ASP.NET AJAX / Кристиан Венц. – М.: Символ-Плюс. – 2008 – 510 с.

83. Крысько В.Г. Секреты психологической войны (цели, задачи, методы, формы, опыт) – Мн. : Харвест, 1999. – 363 с. – Режим доступа: <http://www.eartist.narod.ru/text19/001.htm>.

84. Кузнецов О. О. Захист інформації в інформаційних системах / О. О. Кузнецов, С. П. Євсеев, О. Г. Король. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2011. – 504 с.

85. Леоненков А.В. Самоучитель UML. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 304 с.

86. Лидл Р. Конечные поля. Монография в 2-х томах. / Р. Лидл, Г. Нидеррайтер. – Т. 1. – М.: Мир. – 1988. – 432 с.

87. Лосев Ю.И. Автоматизация в сетях с коммутацией пакетов / Ю.И. Лосев, М.Ю. Лосев, Ф.К. Яковец . – К: «Техніка» – 1994. – 212 с.

88. Макаров И. М. Теория выбора и принятие решений: Учебное пособие / И. М. Макаров, Т. М. Виноградская, А. А. Рубчинский, В. Б. Соколов. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы – 1982. – 328 с

89. Макгрегор Д. Тестирование объектно-ориентированного программного обеспечения. Практическое пособие. / Д. Макгрегор, Д. Сайкс. – К.: ООО "ТИД ДС" – 2002. – 432 с.

90. Межиров И. Курсовая работа на тему «Алгоритмы сжатия данных». – Москва, МГУ им. Ломоносова, механико-математический ф-т, научный руководитель А. Шень, 2004.

91. Мельник М.А. Методика сравнительной оценки устойчивости стеганографических алгоритмов к сжатию / М.А. Мельник // Сучасна спеціальна техніка. – 2013. – №4. – С. 67–74.

92. Мельник М.А. Стеганоалгоритм, устойчивый к сжатию / М.А. Мельник // Інформаційна безпека. – 2012. – № 2(8). – С. 99 –106.

93. Мобільна радіолокаційна станція П-18. Будова, принцип дії систем та пристроїв. Навчальний посібник. – К.: ТОВ «Чайка-Всесвіт», 2006. – 162 с.

94. Мордвинов В. А. Полный менеджмент проектов информационных систем и порталов в образовании (разработка и внедрение в образовании наукоемкой методики проектирования ИС и порталов) / В.А. Мордвинов. — М.: Госинформобр, 2004. — 81 с.
95. Найк Д. Стандарты и протоколы Интернета / Найк Д. — М.: Символ, 2009. — 384 с.
96. Настройка двухфакторной аутентификации [Электронный ресурс] // Citrix — 2012. — Режим доступа: <http://support.citrix.com/proddocs/topic/web-interface-impington/nl/ru/wi-configure-two-factor-authentication-gransden.html?locale=ru>.
97. Нейман Дж. Теория игр и экономическое поведение / Дж. Нейман., О. Моргенштерн / Пер. с англ. Н.Н. Воробьева. — М.: Наука, 1970. — 124 с.
98. Николас Закас. Ажак для профессионалов / Николас Закас, Джереми Мак-Пик, Джо Фосетт. — М.: Символ-Плюс, 2008. — 488 с.
99. Овезгельдыев А.О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации/ Овезгельдыев А.О., Петров Э.Г., Петров К.Э. — К: Наукова думка, 2002. —164с.
100. Оксеноид О. АСУ для оперативной полиграфии: взгляд изнутри // Publish. — 2004. — № 9. — С. 39–43.
101. Охрименко А.А. Арифметика с отложенным переносом. / А.А. Охрименко–Захист інформації. — 2014. — Т.16. — №2. — С. 130 – 138.
102. Пастухова В.Л. Визначення стратегічних альтернатив розвитку підприємства на підставі кількісної оцінки впливу маркетингового середовища. / В.Л. Пастухова // Вісник КДТЕУ. — 1999. — №3. — С. 57 – 64.
103. Петришин Л.Б. К определению свойств унитарной системы счисления / Л.Б. Петришин, А.А. Борисенко // Электроника и системы управления. Научный журнал. Национальный Аэрокосмический Университет. — Київ, 2008, № 3 (17) — С. 64 – 69.
104. Петришин Л.Б. Новый числовой ряд для визначення вагової мережі позиційної системи числення, альтернативної та алгоритмічно подібної системі Фібоначчі. // Матеріали 19-ї міжнародної конференції з автоматичного управління «Автоматика / Automatics — 2012». 26–28 вересня 2012, — Київ: Вид-во Національного університету харчових технологій. 2012. — С. 433 – 434.
105. Петришин Л.Б. Позиційна система числення, альтернативна системі Фібоначчі./ Л.Б. Петришин, А.Б. Костюк // Методи та засоби кодування, захисту й ущільнення інформації: четверта міжнар. наук.-практ. конф., 23-25.04.2013 р. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2013. — С. 35 – 39.
106. Петришин Л.Б. Фибоначчи-подобный метод кодирования сообщений и полибоначчи способ перехода к двоичному исчислению. / Л.Б. Петришин // Вісник східноукраїнського національного університету імені В.Даля № 15 (204) Ч.1, Луганськ. 2013 – С. 158 – 165.

107. Петров Э. Г. Метод решения задачи распределения инвестиций в условиях многокритериальности с учетом интервальных неопределенностей исходных данных / Э. Г. Петров, Н. А. Брынза // Экономика розвитку . – 2014. – № 1. – С. 128 – 135.
108. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука, 1982. – 254с.
109. Пономаренко В.С. Информационные технологии и системы в управлении, образовании, науке: Монография / В.С. Пономаренко, С.П. Євсєєв, М.Ю. Лосєв, С.В. Мінухін.– Х.: Цифрова друкарня №1, 2013. – 278с.
110. Пономаренко В.С. Методи та моделі розроблення комп'ютерних систем і мереж. Монографія / В.С. Пономаренко, С.П. Євсєєв, С.В. Кавун, М.Ю. Лосєв, С.В. Мінухін. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. – 316 с.
111. Порядок проведення робіт із створення комплексної системи захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційній системі: НД ТЗІ 3.7-003-05. – [Чинний від 2005-11-08]. – К.: ДСТСЗІ СБ України, 2005. – 16 с. – (Нормативний документ системи технічного захисту інформації).
112. Постанова Кабінету Міністрів України від 17 вересня 2008 р. N 834 «Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження)».
113. Пратт В.К. Лазерные системы связи. – М.: Связь, 1972. – 232 с.
114. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности: [Справочник] / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков и др.; Под ред. С.А. Айвазяна. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607с.
115. Пухов Г.Е. Дифференциальные преобразования функций и уравнений. / Г.Е. Пухов– К.: Наук. думка, 1980. – 419 с.
116. Пухов Г.Е. Приближенные методы математического моделирования, основанные на применении дифференциальных Т–преобразований. / Г.Е. Пухов – К.: Наук. думка, 1988. – 216 с.
117. Рамбо Дж., Джекобсон А., Буч Г. UML. Специальный справочник: Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2002. – 656 с.
118. Распознавание радиолокационных целей по сигнальной информации. [Монография]. [Казаков Е.Л., Казаков А.Е. и др.]; под ред. Е.Л. Казакова. – Х.: КП «Городская типография», 2010. – 232 с.
119. Российская полиграфия. Состояние, тенденции и перспективы развития. Отраслевой доклад. 2014 год. / Под. ред. В. В. Григорьева. – М.: Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям. – 2014. – 96 с.
120. Рябко Б.Я. Основы современной криптографии и стеганографии. / Б.Я. Рябко, А.Н. Фионов – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 232 с.
121. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. / Т. Саати. – Пер. С англ. – М.: «ЛКИ», 2008. – 360 с.

122. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. / Т. Саати. – Пер. Р. Г. Вачнадзе. – М.: «Радио и связь», 1993. – 278 с.
123. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.
124. Саркисян С.А. Большие технологические системы. Анализ и прогноз развития / С.А. Саркисян, В.М. Ахундов, Э.С. Минаев. – М.: Наука, 1977. – 350 с.
125. Семенов С.Г. Математическая модель распространения компьютерных вирусов в гетерогенных компьютерных сетях автоматизированных систем управления технологическим процессом / С.Г. Семенов, В.В. Давыдов // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. – Вип. 38. – С. 163-171.
126. Семь методов двухфакторной аутентификации [Электронный ресурс] // ІТС.ua – 2007. – Режим доступа: <http://www.infosecurityrussia.ru/news/29947>.
127. Сеньківський В. М. Автоматизоване проектування книжкових видань: Монографія. / В. М. Сеньківський, Р. О. Козак. – Львів: Українська академія друкарства, 2008. – 200 с.
128. Система ASystemWeb [Электронный ресурс] // Сайт Арт-Point. – Режим доступа: <http://www.art-point.com.ua/vozmozhnosti-programmy-asystemweb.html>. – Название с экрана.
129. Скородумов П. В. Моделирование экономических систем с помощью аппарата сетей Петри [Электронный ресурс] П. В. Скородумов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2014. – 4 (34). – Режим доступа : <http://ssrn.com/abstract=2509029>.
130. Скрыпникова М. Н. Великая информационная глобализация / М. Н. Скрыпникова // Российское предпринимательство. – 2002. – № 5 (29). – С. 95 – 98.
131. Смирнов А.А. Дисперсионный анализ сетевого трафика для обнаружения и предотвращения вторжений в телекоммуникационных системах и сетях / А.А. Кузнецов, А.А. Смирнов, Д.А. Даниленко // Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Випуск 2(118). – Х.: ХУПС – 2014. – С. 124 – 133.
132. Смирнов А.А. Математическая GERT-модель технологии передачи метаданных в облачные антивирусные системы / В.В.Босько, А.А.Смирнов, И.А.Березюк, Мохамад Абу Таам Гани // Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Випуск 1(117). – Х.: ХУПС – 2014. – С. 137 – 141.
133. Смирнов А.А. Структурно-логическая GERT-модель технологии распространения компьютерных вирусов / А.А.Смирнов, И.А.Березюк, Мохамад Абу Таам Гани // Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 1(29). – П.: ПНТУ. – 2014. – С. 120 – 125.
134. Смірнов О.А. Обґрунтування необхідності створення систем технічної діагностики інтегрованих інформаційних систем / О.А. Смірнов, А.С. Кожанова,

О.В. Коваленко // Системи обробки інформації. – Харків: ХУ ПС. – 2013 – Вип. 6(113). – С. 255 – 257.

135. Соколов Н. П. Пространственные матрицы и их приложения. / Н. П. Соколов. – М.:ГИФМЛ, 1960. – 300 с.

136. Сосулин Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации. – М. Радио и связь, 1992. – 304 с.

137. Стайкуца С.В. Оцінка інформаційної та фізичної безпеки системи аналітично-прогностичної інформації / С.В. Стайкуца // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький: – № 4 – 2014. – С. 220 – 225.

138. Стандартный глоссарий терминов, используемых в тестировании программного обеспечения. Версия 2. (от 4 декабря 2008). Подготовлен 'Glossary Working Party' International Software Testing Qualifications Board. 2008. – 55 с.

139. Статистичні дані. Видавнична справа // Державний комітет телебачення та радіомовлення України [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [http://comin.kmu.gov.ua/control/uk/publish/category/main?cat\\_id=34099](http://comin.kmu.gov.ua/control/uk/publish/category/main?cat_id=34099).

140. Стеганография, цифровые водяные знаки и стеганоанализ: Монография / А.В. Аграновский, А.В. Балакин, В.Г. Грибунин, С.А. Сапожников. М.: Вузовская книга, 2009. – 220 с.

141. Столлингс В. Криптография и защита сетей: принципы и практика, 2-е изд. / В. Столлингс : пер. с англ. – М.: издательский дом «Вильям», 2001. – 672 с.

142. Стюгин М. Оценка безопасности системы информационного управления Российской Федерации. – Режим доступа: <http://psyfactor.org/lib/styugin4.htm>.

143. Тихомиров В.П. Виртуальная образовательная среда: предпосылки, принципы, организация / В.П. Тихомиров, В.И. Солдаткин, С.Л. Лобачев // Международная академия открытого образования. — М. : Издательство МЭСИ, 2010. — 164 с.

144. Тихонов А.Н. Методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин – М.: Наука, 1986. – 286 с.

145. Томпсон А.А. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегии: Учебник для вузов. / А.А. Томпсон, А.Дж. Стрикленд. / Пер. с англ. под ред. .Г. Зайцева, М.И.Соколовой. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 578 с.

146. Трухаев Р.И. Инфлюентный анализ и принятие решений / Р.И. Трухаев. – М.: Наука, 1984. – 235с.

147. Умножения целых чисел с использованием отложенного переноса для криптосистем с открытым ключом / В.Ю.Ковтун, А.А.Охрименко [и др.] // Информационные технологии и системы в управлении, образовании, науке: Монография / Под ред. проф. В.С. Пономаренко. – Х.: Цифрова друкарня №1. – 2013.– С. 69 – 82.

148. Ушакова І. О. Моделювання інформаційного впливу соціальних мереж на лояльність клієнтів / І. О. Ушакова // Сучасні методи та моделі обробки даних в інформаційних системах : монографія. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2013. – 540 с.
149. Фаріон І.Д. Практикум з стратегічного аналізу. / І.Д. Фаріон, В.А. Чичун, С.М. Жукевич / За ред. Докт. Екон. Наук, проф. Фаріона І.Д. – Тернопіль, 2004. – 300 с.
150. Федонін О.С. Потенціал підприємства: формування та оцінка. / О.С. Федонін, І.М. Рєпіна, О.І. Олексюк. – К.: КНЕУ, 2003. – 316 с.
151. Филимонов А. Протоколы Интернета / Филимонов А. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 528 с.
152. Филимонов А.Ю. Протоколы Интернета. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 528с.
153. Фляйшер К. Стратегический и конкурентный анализ. Методы и средства конкурентного анализа в бизнесе. / К. Фляйшер, Б. Бенсуссан. – М.: БИНОМ, 2005. – 541 с.
154. Черненко, С. С. Применение мониторинга для обеспечения безопасности информационных систем [Электронный ресурс] / С. С. Черненко, А. С. Барабошин, Е. И. Лысенко, Л. С. Духнина // Портал : Современные проблемы науки и образования. – Режим доступа \www/ URL: <http://www.science-education.ru/118-14171>. – Заголовок з екрану, доступ вільний, 01.02.2015.
155. Шлезингер М. И. Математические средства обработки изображений [Текст] / М. И. Шлезингер. – Киев: Наукова думка, 1983. – 200 с.
156. Штерн Л. В. Маркетинговые каналы / Л. В. Штерн, А. И. Эль-Ансари, Э. Т. Кофлан ; [пер. с англ]. – М. : «Вильямс», 2002. – 624 с.
157. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, расчет и приложения / Р. Штойер. – М.: Радио и связь, 1992. – 504с.

## НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Альошин Геннадій Васильович, Белецький Анатолій Яковлевич,  
Биккузин Кирило Валерійович, Бринза Наталля Олександрівна,  
Бондар Ірина Олександрівна, Браткевич Вячеслав Вячеславович,  
Вільхівська Ольга Володимирівна, Гвозденко Маріна Владиславівна,  
Грабовський Євген Миколайович, Дудикевич Валерій Богданович,  
Євсєєв Сергій Петрович, Засядько Аліна Анатоліївна,  
Іванов Станіслав Миколайович, Іванов Володимир Георгійович,  
Казакова Надія Феліксівна, Карасюк Володимир Васильович,  
Кобозева Ала Анатоліївна, Коваленко Ганна Степанівна,  
Коваленко Олександр Володимирович, Ковтун Владислав Юрійович,  
Ковтун Марія Григорівна, Коломійцев Олексій Володимирович,  
Кононович Володимир Григорович, Кононович Ірина Володимирівна,  
Король Ольга Григорівна, Коц Григорій Павлович,  
Кошева Наталля Анатоліївна, Ломоносов Юрій Вячеславович,  
Лисенко Ірина Анатоліївна, Любарський Михайло Григорович,  
Лосєв Михайло Юрійович, Мазніченко Наталля Іванівна,  
Максимович Володимир Миколайович, Манєва Росиця Ілянівна,  
Мельнік Маргарита Олександрівна, Микитин Галіна Василівна,  
Мохамад Абу Таам Гані, Охрименко Андрій Олександрович,  
Петришин Любомир Богданович, Петришин Михайло Любомирович,  
Пушкар Олександр Іванович, Потрашкова Людмила Володимирівна,  
Свердло Тамара Олексіївна, Смірнов Олексій Анатолійович,  
Ушакова Ірина Олексіївна, Фонта Наталля Григорівна,  
Фразе-Фразенко Олексій Олексійович, Хорошко Володимир Олексійович,  
Хохлачова Юлія Євгенівна, Шматко Олександр Віталійович,  
Щербаков Олександр Всеволодович

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Монографія

За ред. д.-ра економ. наук, професора В.С. Пономаренко

Підписано до друку 30.03.2015. Формат 60×84/16. Папір офсетний.  
Гарнітура «Times New Roman». Друк – різнограф. Ум.-друк. арк. – 23,5.  
Ціна договорна Наклад 300 прим. Зам. 0330/7-15

Видавництво ТОВ “Щедра садиба плюс”  
Свідодство суб’єкта видавничої справи: серія ДК № 4666 від 18.12.2013 р.  
61002, Україна, м. Харків, вул. Ярославська, 11

Віддруковано з готових оригінал-макетів у друкарні ФОП Петров В.В.  
Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців.  
Запис № 2480000000106167 від 08.01.2009. 61144, м. Харків, вул. Гв. Широнінців, 79в, к. 137, тел. (057) 778-60-34  
e-mail: [bookfabric@rambler.ru](mailto:bookfabric@rambler.ru)