

Министерство образования и науки Украины

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
УПРАВЛЕНИИ, ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Харьков, 2016

УДК 681.518.54

ББК 32.966

И 74

*Рекомендовано на заседании ученого совета Харьковского
национального экономического университета имени Семена Кузнеця
(протокол № 8 от 29.02.2016 года)*

Рецензенты:

Можаев Александр Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры мультимедийных информационных технологий и систем НТУ “ХПИ”;

Остапов Сергей Эдуардович – доктор физико-математических наук, зав. кафедрой программного обеспечения компьютерных систем Черновецкого национального университета им. Ю. Федьковича.

Информационные технологии в управлении, образовании, науке и
И 74 промышленности : монография / под ред. В. С. Пономаренко. – Х. :
Издатель Рожко С. Г., 2016. – 566 с., русск. яз.

ISBN 978-966-97495-2-9

В монографии отражены результаты научных исследований в области разработки и практического применения современных информационных технологий.

Монография представляет интерес как для специалистов, сфера деятельности которых непосредственно связана с разработкой IT-технологий, способов обеспечения безопасности и передачи в коммуникационных системах, так и для более широкого круга специалистов. Она будет полезной преподавателям, аспирантам и студентам, специализирующимся в области IT-технологий, и всем, кто серьезно интересуется проблемами взаимодействия информационных технологий и общества.

У монографії відображені результати наукових досліджень в області розробки і практичного застосування сучасних інформаційних технологій.

Монографія представляє інтерес як для фахівців, сфера діяльності яких безпосередньо пов'язана з розробкою IT-технологій, способів забезпечення безпеки і передачі в комунікаційних системах, так і для більш широкого кола фахівців. Вона буде корисною викладачам, аспірантам і студентам, що спеціалізуються в області IT-технологій, і всім, хто серйозно цікавиться проблемами взаємодії інформаційних технологій і суспільства.

УДК 681.518.54

ББК 32.966

ISBN 978-966-97495-2-9

© Коллектив авторов, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
<i>Информационные технологии в технических системах</i>	
Раздел 1. Засядько А.А. Решение задачи восстановления параметров объектов информационного обеспечения автоматизированных систем управления	13
Раздел 2. Коваленко А.А., Руденко О.Г. Gap-and-imeca-based approach to assessment of complex I&C systems cyber security	27
Раздел 3. Иванов В.Г., Мазниченко Н.И. Кодирование изображений на основе Фурье- и вейвлет-преобразований в терминах jpeg-технологий	41
Раздел 4. Минухин С.В., Задачин В.М. Methods of task processing in the computer systems based on the solution of combinatorial optimization problems	56
Раздел 5. Парфенов Ю.Э. Имитационное моделирование бизнес-процессов предприятия с использованием пакета JaamSim	71
Раздел 6. Шматко О.В., Коваленко Р.И. Разработка программного блока, предназначенного для оптимизации размещения пожарных и аварийно-спасательных автомобилей в пожарно-спасательных подразделениях города Харькова	85
Раздел 7. Щербаков А.В. Метод интеллектуальной обработки данных в персональных системах поддержки принятия решений	99
Раздел 8. Руденко О.Г., Бессонов А.А. Прогнозирование экономических процессов с помощью эволюционирующих искусственных нейронных сетей	113
Раздел 9. Минухин С.В. The method of minimization of total tardiness on a single machine	127
Раздел 10. Петришин М.Л., Петришин Л.Б. Метод субтрактивно-аддитивного преобразования формы информации	142

СОДЕРЖАНИЕ

Защита информации в информационных коммуникационных системах

Раздел 11. Иванченко Е.В., Хорошко В.А. Управление информационной безопасностью в сложных условиях	161
Раздел 12. Белецкий А.Я. Синтез, анализ и криптографические приложения обобщенных матриц Галуа	176
Раздел 13. Мельник М.А., Головатюк А.С. Теоретические основы обеспечения устойчивости стеганоалгоритма к сжатию	190
Раздел 14. Грищук Р.В. Эволюция взглядов на феномен кибербезопасности	203
Раздел 15. Хорошко В.А., Хохлачова Ю.Е. Оптимальный выбор средств защиты относительно угроз безопасности	217
Раздел 16. Рзаев Х., Король О.Г. Анализ состояния и обоснование путей совершенствования протоколов безопасности современных телекоммуникационных сетей	235
Раздел 17. Дудыкевич В.Б., Опирский И.Р. Определение математической модели и проектное моделирование конфликта угроз с комплексной системой защиты информации в информационных сетях государства	271
Раздел 18. Дудыкевич В.Б., Максимович В. Н., Микитин Г. В. Стратегия безопасности киберфизических систем	286
Раздел 19. Кобозева А.А., Григоренко С.Н. Задача обнаружения результатов клонирования в изображении и новый подход к ее решению в условиях дополнительных возмущений	300
Раздел 20. Кононович В.Г., Кононович И.В. Основы моделирования системы кибербезопасности информационного производства при управлении массовым сознанием	314
Раздел 21. Молодецкая К.В. Модели аттракторов для синергетического управления взаимодействием акторов социальных интернет-сервисов	329

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 22. Дидык А.К., Смирнов С.А. Метод безопасной маршрутизации метаданных в облачные антивирусные системы	343
Раздел 23. Смирнов А.А., Коваленко А.В. Методы качественного анализа и количественной оценки рисков разработки программного обеспечения	358
<i>Информационные технологии в экономике, экологии, медицине и образовании</i>	
Раздел 24. Борисенко А.А., Кулик И.А. Знания и информация	373
Раздел 25. Беседовский А.Н. Анализ качества подготовки IT-специалистов	385
Раздел 26. Брынза Н.А., Вильхивская О.В. Модели инновационного развития предприятий на основе технологий электронного бизнеса	400
Раздел 27. Знахур С.В., Знахур Л.В. Особенности проектирования дистанционной системы изучения иностранных языков на базе использования мобильных технологий и устройств	415
Раздел 28. Кузнецова Л.А., Мельник М.А. Анализ проблематики использования изображений в цифровом формате в медицинской практике	430
Раздел 29. Лосев М.Ю., Малышко Ю.М. Нечетко-множественная оценка влияния нормативно-правового акта на деятельность субъекта малого предпринимательства	447
Раздел 30. Макарова А.В., Иваненко А.Б. Оптимизация процесса питания человека на базе информационных технологий	461
Раздел 31. Москаленко В.В., Фонта Н.Г. Технология формирования показателей эффективности как основа ЕРМ-системы предприятия	476
Раздел 32. Плеханова А.О. Методы выбора и оценки эффективности информационных систем	491

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 33. Чердниченко О.Ю., Янголенко О.В. Поход к оценке ключевых показателей эффективности и качества на основе информационной системы мониторинга и измерения	506
Раздел 34. Степанов В.П. Использование информационных технологий в учебном процессе	520
<i>Компьютеризированные технологии и системы издательско-полиграфических производств и электронных мультимедийных изданий</i>	
Раздел 35. Ломоносов Ю.В. Алгоритм нечеткой классификации вертикальных элементов строки для сжатия изображения текста	536
Список использованной литературы	551

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

РАЗДЕЛ 35

АЛГОРИТМ НЕЧЕТКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОКИ ДЛЯ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ТЕКСТА

***Аннотация.** Предложен новый метод сжатия битонального изображения текста, где в качестве основных элементов обработки рассматриваются не связанные символы изображения текста, а вертикальные элементы строки. Представлена вероятностная модель и алгоритм статистического анализа и классификации вертикальных элементов строки. Применение представленного метода позволяет получить преимущество в степени сжатия в сравнении с алгоритмом JB2 формат DjVu около 37 % при наиболее используемом разрешении в 300 dpi.*

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

***Abstract.** A new method of compression bitonal images of text, where the basic elements of treatment are considered as not the connected images of text characters but as the vertical line items. It presents a probabilistic model and an algorithm for statistical analysis and classification of vertical elements of the line. The application of presented method lets you gain an advantage in the compression ratio in comparison with the algorithm JB2 DjVu format of about 37% at the most used resolution of 300 dpi.*

***Keywords:** image compression of text, the vertical elements of the line, statistical analysis, classification.*

Введение и постановка задачи. Методы сжатия, основанные на различных ортогональных преобразованиях, дают хороший результат при сжатии размытых изображений, но не эффективны для битональных изображений, тем более изображений текста, изобилующего множеством мелкими деталей – буквами, цифрами, знаками препинания. 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 [2; 126]. В идеале при сжатии изображения страницы 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.

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.

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

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

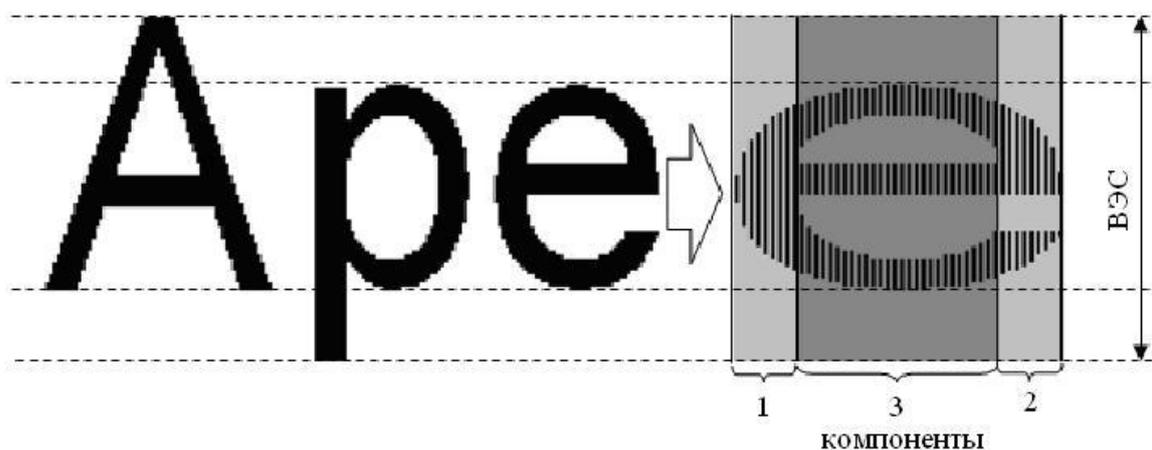


Рис. 35.1. Изображение буквы «е» и составляющие его вертикальные элементы строки с различным числом компонент

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 $C \subset \tilde{X}$ неискаженных элементов, а также для каждой пары $x \in \tilde{X}$ и $c \in C$ найти вероятность того, что данный элемент x является искажением элемента c .*

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

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. 35.2).

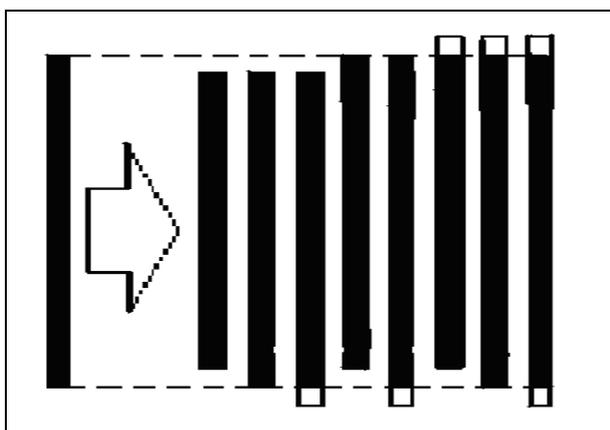


Рис. 35.2. Возможные искажения черной компоненты вертикального элемента строки

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 пункта 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 ξ_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 :

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

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

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

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 ξ_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 ξ_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 ξ_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:

$$P(\xi_c | x) = \frac{P(x | \xi_c) P(\xi_c)}{P(x)}, \quad c \in C, x \in X, \quad (3)$$

где

$$P(x) = \sum_{c' \in C \cap F_x} P(x | \xi_{c'}) P(\xi_{c'}) \quad (4)$$

– полная вероятность появления вертикального элемента x при однократном проведении эксперимента, описанного в п. 4 вероятностной модели, а $P(x | \xi_c)$ – известная (1) с точностью до параметра q вероятность

появления вертикального элемента x при условии, что он является значением случайного вектора ξ_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

$$\Phi = \frac{1}{2} \sum_{x \in X} [P(x) - \nu(x)]^2, \quad (5)$$

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 Φ при дополнительном условии $\sum_{c \in C} P(\xi_c) = 1$, которое позволит трактовать найденные значения как априорные вероятности.

Итак, дополнительно используя соотношения (1) и (4), получим следующую задачу на условный экстремум:

$$\Phi = \frac{1}{2} \sum_{x \in X} \left(\sum_{c \in C \cap F_x} q^{\|x-c\|^2} (1-2q)^{2s-\|x-c\|^2} P(\xi_c) - \nu(x) \right)^2 \rightarrow \min, \quad (6)$$

$$\sum_{c \in C} P(\xi_c) - 1 = 0. \quad (7)$$

Следующие уравнения получены методом множителей Лагранжа для нахождения условного экстремума.

$$\frac{\partial \Phi}{\partial P(\xi_c)} + \frac{h}{N_C} \equiv \sum_{x \in F_c} \left(\sum_{c' \in C \cap F_x} q^{\|x-c'\|^2} (1-2q)^{2s-\|x-c'\|^2} P(\xi_{c'}) - \nu(x) \right) \times q^{\|x-c\|^2} (1-2q)^{2s-\|x-c\|^2} + \frac{h}{N_C} = 0; \quad c \in C; \quad (8)$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial q} \equiv \sum_{x \in X} \left(\sum_{c \in C \cap F_x} q^{\|x-c\|^2} (1-2q)^{2s-\|x-c\|^2} P(\xi_c) - \nu(x) \right) \times \left(\sum_{c \in C \cap F_x} q^{\|x-c\|^2-1} (1-2q)^{2s-\|x-c\|^2-1} (\|x-c\|^2 - 4sq) P(\xi_c) \right) = 0. \quad (9)$$

Здесь h – множитель Лагранжа, нормированный для удобства на N_C – число уравнений в системе (8). Соответствующее множителю Лагранжа уравнение $\frac{\partial \Phi}{\partial h} = 0$ представляет собой уравнение (7). Система уравнений (7) –

(9) является необходимым условием экстремума задачи (6), (7). В этом пункте

будут найдено ее приближенное аналитическое решение, а также приведен алгоритм численного решения методом последовательных приближений.

Рассмотрим параметр $\mathbf{v} = (\nu(x) : x \in C)$, представляющий собой вектор, составленный из частот всех искаженных вертикальных элементов. Если $\mathbf{v} = \mathbf{0}$, то есть искаженные элементы отсутствуют, то задача (6), (7) имеет тривиальное решение. А именно, вероятность искажений q равна 0, и $P(\xi_c) = \nu(c)$ для всех неискаженных элементов $c \in C$. Соответственно система уравнений (7) – (9) имеет в качестве решения точку \mathbf{u}_0 с координатами $P(\xi_c) = \nu(c)$, $c \in C$, $q = 0$ и $h = 0$.

Как было отмечено в п. 1 вероятностной модели, шумы печати и сканирования характеризуются малыми значениями вероятности искажений q и, следовательно, малыми значениями параметра \mathbf{v} . Можно ожидать, что в этом случае у системы (7)–(9) существует решение \mathbf{u} , близкое к решению \mathbf{u}_0 . Строго это вытекает из теоремы о неявной функции (см., например, [20]), если линеаризованная в точке \mathbf{u}_0 система (7)–(9) имеет невырожденную матрицу.

Следующие вычисления позволяют получить эту линеаризованную систему:

$$\begin{aligned} \sum_{c \in C} [P(\xi_c) - \nu(c)] &= \sum_{x \in C} \nu(x) \\ [P(\xi_c) - \nu(c)] + q \left[-4s\nu(c) + \sum_{c' \in C, \|c'-c\|=1} \nu(c') \right] + \frac{h}{N_C} &= 0 \\ \sum_{c \in C} \left\{ [P(\xi_c) - \nu(c)] + q \left[-4s\nu(c) + \sum_{c' \in C, \|c'-c\|=1} \nu(c') \right] \right\} \times & \quad (10) \\ \times \left[-4s\nu(c) + \sum_{c' \in C, \|c'-c\|=1} \nu(c') \right] + q \sum_{x \in C} \left[\sum_{c' \in C, \|c'-x\|=1} \nu(c') \right]^2 &= \sum_{x \in C} \left[\nu(x) \sum_{c' \in C, \|c'-x\|=1} \nu(c') \right] \end{aligned}$$

Чтобы упростить систему уравнений (10) и облегчить вычисление ее определителя, приведем матрицу системы к виду, близкому к верхнетреугольному. Для этого второе из уравнений (10) запишем первым и исключим с его помощью переменные $[P(\xi_c) - \nu(c)]$, $c \in C$, из двух оставшихся уравнений. Для краткости письма предварительно введем обозначения:

$$\begin{aligned}
\alpha(c) &= 4s\nu(c) - \sum_{c' \in C, \|c'-c\|=1} \nu(c'), \quad c \in C; \\
\beta &= \sum_{c \in C} \alpha(c) = 4s - \sum_{c \in C} \sum_{c' \in C, \|c'-c\|=1} \nu(c'); \\
\gamma &= N_C \sum_{x \notin C} \left[\sum_{c' \in C, \|c'-x\|=1} \nu(c') \right]^2.
\end{aligned} \tag{11}$$

Система линейных уравнений (10) после указанных преобразований принимает следующий вид:

$$\begin{aligned}
[P(\xi_c) - \nu(c)] - \alpha(c)q + \frac{h}{N_C} &= 0 \\
\beta q - h &= \sum_{x \notin C} \nu(x) \\
\gamma q + \beta h &= N_C \sum_{x \notin C} \left[\nu(x) \sum_{c' \in C, \|c'-x\|=1} \nu(c') \right]
\end{aligned} \tag{12}$$

Матрицей полученной системы уравнений (12) является матрица

$$T = \begin{pmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{pmatrix},$$

где T_{11} – единичная матрица размерности $N_C \times N_C$, T_{12} – матрица размерности $N_C \times 2$, каждая строка которой имеет вид: $\begin{pmatrix} -\alpha(c) & \frac{1}{N_C} \end{pmatrix}$, $c \in C$, T_{21} – нулевая матрица размерности $2 \times N_C$, и $T_{22} = \begin{pmatrix} \beta & -1 \\ \gamma & \beta \end{pmatrix}$.

Теперь легко найти определитель этой матрицы:

$$\det T = \det T_{22} = \beta^2 + \gamma. \tag{13}$$

Хотя сразу видно, что благодаря второму слагаемому γ определитель не равен нулю, однако для достоверности приближенных решений, которые будут получены ниже, и сходимости итераций при численном решении исходной нелинейной системы требуется, чтобы определитель не был малой величиной.

Рассмотрим функцию $k(c) = \sum_{\|c'-c\|=1} 1$, равную количеству элементов из C ,

находящихся на расстоянии 1 от элемента $c \in C$. Эта функция характеризует плотность расположения неискаженных элементов. Поскольку по формуле (2) количество возможных вертикальных элементов, находящихся на расстоянии 1 от элемента c , в точности равно $4s$, то $k(c) \leq 4s$. Поэтому:

$$\sum_{c \in C} \sum_{c' \in C, \|c'-c\|=1} v(c') = \sum_{c \in C} k(c)v(c) \leq 4s \sum_{c \in C} v(c) = 4s$$

Таким образом, если элементы из C расположены настолько плотно, что почти каждый элемент из C полностью окружен элементами из этого же множества, то почти для всех неискаженных элементов $k(c) = 4s$. Поэтому коэффициент β хотя и строго положителен, но может быть малым. Однако, на самом деле, множество неискаженных вертикальных элементов достаточно разрежено – лишь незначительная доля элементов из C имеет хотя бы одного соседа на расстоянии 1. Это объясняется тем, что кириллические, латинские и другие символы состоят из линий. На рис. 35.3, а показаны изображения отрезков прямых под разными углами наклона. Легко заметить, что наиболее близкие вертикальные элементы имеют два отличия, то есть находятся на расстоянии $\sqrt{2}$. Однако встречаются пары вертикальных элементов, находящиеся и на расстоянии 1. В основном они, как это видно на рис. 35.3, б, встречаются на изгибах линий, что особенно характерно для шрифтов с засечками.

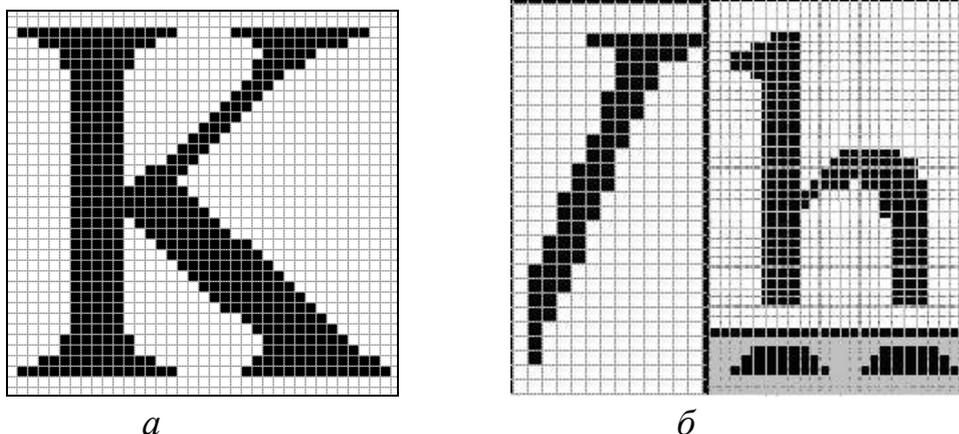


Рис. 35.3. Вертикальные элементы строки, образующие: а – отрезки прямых под разными углами наклона; б – криволинейные элементы символов

Таким образом, для большинства неискаженных элементов $c \in C$ выполнено $k(c) = 0$, и поэтому $\beta^2 \approx (4s)^2$.

Оценим теперь второе слагаемое γ , снова используя тот факт, что для большинства элементов $c \in C$ выполняется $k(c) = 0$:

$$\begin{aligned} \gamma &= N_C \sum_{x \notin C} \left[\sum_{c' \in C, \|c'-x\|=1} v(c') \right]^2 \geq N_C \sum_{x \notin C} \sum_{c' \in C, \|c'-x\|=1} v^2(c') = N_C \sum_{c \in C} [4s - k(c)] v^2(c) \approx \\ &\approx 4s N_C \sum_{c \in C} v^2(c). \end{aligned}$$

Из известного неравенства между средним квадратичным и средним арифметическим:

$$\sqrt{\frac{\sum_{c \in C} v^2(c)}{N_C}} \geq \frac{\sum_{c \in C} v(c)}{N_C} = \frac{1}{N_C},$$

вытекает неравенство
$$N_C \sum_{c \in C} v^2(c) \geq 1.$$

Таким образом, второе слагаемое определителя можно оценить величиной $\gamma \approx 4s$, а сам определитель – величиной $\det T \approx 4s(4s + 1)$.

Вычислим далее матрицу T^{-1} , обратную матрице T . Легко проверяется, что

$$T^{-1} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} \\ A_{12} & A_{22} \end{pmatrix}, \quad (14)$$

где A_{11} – единичная матрица размерности $N_C \times N_C$, A_{21} – матрица размерности $N_C \times 2$, каждая строка которой имеет вид:

$$\frac{1}{\det T} \left(\alpha(c)\beta + \frac{\gamma}{N_C} \quad -\frac{\beta}{N_C} + \alpha(c) \right), \quad c \in C,$$

A_{12} – нулевая матрица размерности $2 \times N_C$, и $A_{22} = \frac{1}{\det T} \begin{pmatrix} \beta & 1 \\ -\gamma & \beta \end{pmatrix}$.

Применяя матрицу T^{-1} к правой части системы линейных уравнений (12), получим приближенное аналитическое решение задачи (6), (7):

$$\begin{aligned} P(\xi_c) &= v(c) + \frac{1}{\det T} \left\{ \left[\alpha(c)\beta + \frac{\gamma}{N_C} \right] \sum_{x \notin C} v(x) + \left[-\frac{\beta}{N_C} + \alpha(c) \right] N_C \sum_{x \notin C} \left[v(x) \sum_{\|c-x\|=1} v(c) \right] \right\} \\ &\quad c \in C, \\ q &= \frac{1}{\det T} \left\{ \beta \sum_{x \notin C} v(x) + N_C \sum_{x \notin C} \left[v(x) \sum_{\|c-x\|=1} v(c) \right] \right\}. \end{aligned}$$

Численное решение системы нелинейных уравнений (7)–(9) проводится стандартным методом последовательных приближений, который используется для доказательства теоремы о неявной функции.

Предварительно над уравнениями исходной системы (7)–(9) нужно провести те же действия, какие были проведены при переходе от линеаризованной системы уравнений (10) к линейной системе (12). Полученная таким образом система уравнений (15) эквивалентна системе (7)–(9), а линейная система (12) является ее линеаризацией.

$$\begin{aligned} W_{P(\xi_c)} &\equiv \frac{\partial \Phi}{\partial P(\xi_c)} + \frac{h}{N_c} = 0, c \in C \\ W_q &\equiv \sum_{c \in C} P(\xi_c) - 1 - \sum_{c \in C} \left[\frac{\partial \Phi}{\partial P(\xi_c)} - \frac{h}{N_c} \right] = 0 \\ W_h &\equiv N_c \left\{ \frac{\partial \Phi}{\partial q} + \sum_{c \in C} \alpha(c) \left[\frac{\partial \Phi}{\partial P(\xi_c)} + \frac{h}{N_c} \right] \right\} = 0, \end{aligned} \quad (15)$$

где частные производные функции Φ заданы соотношениями (8) и (9).

Пусть, как и ранее, $\mathbf{v} = (v(x) : x \notin C)$ – вектор, составленный из частот всех искаженных вертикальных элементов, и $\mathbf{u}_0 = (P(\xi_c) = v(c) : c \in C, q = 0, h = 0)$ – тривиальное решение системы уравнений (15) в случае $\mathbf{v} = 0$. Тогда для достаточно малых значений параметра \mathbf{v} решение этой системы уравнений, а значит, и экстремальной задачи (6), (7), можно найти, итерировав формулу $\mathbf{u}_{k+1} = \mathbf{u}_k - \mathbf{T}^{-1} \mathbf{W}(\mathbf{u}_k, \mathbf{v})$, $k = 0, 1, \dots$. Здесь $\mathbf{W} = (W_{P(\xi_c)} : c \in C, W_q, W_h)$ – преобразование, стоящее в левой части системы (15), \mathbf{T}^{-1} – отображение, обратное производной $\mathbf{W}'_{\mathbf{u}}$, взятой в точке $(\mathbf{u}_0, \mathbf{0})$. Матрица этого отображения уже найдена – это матрица (14). Таким образом получаем следующий алгоритм.

Алгоритм нахождения априорных вероятностей $P(\xi_c)$, $c \in C$, и вероятности искажения q при заданном множестве C неискаженных элементов

Полагаем в качестве нулевого приближения: $P_0(\xi_c) = v(c)$ для всех $c \in C$, $q_0 = 0$, $h_0 = 0$.

1. Последующие приближения находим по формулам

$$P_{k+1}(\xi_c) = P_k(\xi_c) + W_{P(\xi_c)} + \frac{\left[\alpha(c)\beta + \frac{\gamma}{N_c} \right] W_q + \left[\frac{\beta}{N_c} - \alpha(c) \right] W_h}{\beta^2 + \gamma}, \quad c \in C$$

$$q_{k+1} = q_k + \frac{\beta W_q + W_h}{\beta^2 + \gamma}, \quad h_{k+1} = h_k - \frac{\gamma W_q - \beta W_h}{\beta^2 + \gamma}, \quad k=1,2,\dots,$$

где $W_{P(\xi_c)}$, W_q и W_h – функции, определенные равенствами (15) и вычисленные для переменных предыдущего, то есть k -того, приближения, а коэффициенты $\alpha(c)$, $c \in C$, β и γ заданы соотношениями (11).

2. Алгоритм заканчивает работу, когда последовательные приближения при заданной точности перестают изменяться.

Нахождение совокупности C неискажённых 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 страницы, то есть

$$\bigcup_{c \in C} F_c \supset X. \quad (16)$$

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

$$P(x) = \sum_{c \in C} q^{\|x-c\|^2} (1-2q)^{2s-\|x-c\|^2} P(\xi_c) \quad x \in X, \quad (17)$$

и рассмотрим функционал

$$\Gamma = \sum_{x \in X} \nu(x) |P(x) - \nu(x)|, \quad (18)$$

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

Будем считать, чем меньше значение функционала Γ , 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 Γ . 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 (16). Отметим еще, что наличие весовых множителей

$\nu(x)$ в сумме (18) 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 (17) во втором случае по сравнению с первым вероятность $P(x)$ 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

$$\Delta(x) = P(x) - \nu(x) \tag{19}$$

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 Γ путем добавления к множеству C или изъятия из него вертикальных элементов, дающих наибольшую по модулю невязку (19).

Алгоритм построения совокупности неискаженных вертикальных элементов строки.

I часть

1. Полагаем $C = \emptyset$ (пустое множество).
2. Присоединяем к множеству C любую точку в которой достигается максимум функции $\nu(x)$ на множестве $X \setminus \bigcup_{c \in C} F_c$;
3. Повторяем действия п. 2, пока $X \setminus \bigcup_{c \in C} F_c \neq \emptyset$.

II часть

1. Полагаем $R = \emptyset$.
2. 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 (17).

3. Находим любую точку x , в которой модуль функции $\nu(x)\Delta(x)$, вычисляемой с помощью формулы (19), 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 Γ , вычисляемая по формуле (18), не уменьшился, то в случае i) возвращаем x в множество C , а в случае ii) исключаем x из этого множества.

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

5. Повторяем действия п.п. 1, 2, 3 и 4 до момента, когда функционал Γ перестанет изменяться.

Заключение. Используя отдельный этап представления связанных символов изображения текста, в виде вертикальных элементов строки и применив их нечеткую классификацию, была получена минимальная наиболее правдоподобная совокупность неискаженных элементов строки. Приняв во внимание ограничения вероятностной модели, для каждого вертикального элемента строки была получена вероятность того, что он является искажением найденного неискаженного элемента строки.

Исследовав возможности компрессии данных представленных в виде словаря неискаженных вертикальных элементов строки и их карты размещения, была проведена классификация связанных символов на основе нечеткой классификации вертикальных элементов. Формирование словаря связанных символов основывалось не на сравнительном анализе геометрических форм сравниваемых символов, а на вероятностной оценке соответствующих вертикальных элементов строки, которые представляют состав классифицируемых связанных символов. Предложенный алгоритм представления и обработки изображения текста позволил получить достаточно высокую степень сжатия при хорошем качестве восстановленного изображения. Сравнение с лучшим в настоящее время специальным алгоритмом сжатия изображений текста – JB2, входящим в формат DjVu, показало, что предлагаемый алгоритм сжатия изображения текста имеет преимущество в степени компрессии данных порядка 37% при обработке страницы текста изображения. Для наиболее часто используемого на практике разрешения изображения текста 300 dpi были получены следующие сравнительные количественные показатели сжатия:

- в работе [43] преимущество над JB2 – 8 %;
- в работе [41] преимущество над JB2 – 25 %;
- в работе [42] 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. Аванесов В. С. Форма тестових завдань / В. С. Аванесов. – М. : Центр тестування, 2005. – 155 с.
2. Айвазян С. А. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности / С. А. Айвазян, В. М. Бухштабер, И. С. Енюков и др. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 607с.
3. Айдын Гаджиев Современные тенденции мировой нефтяной политики и Азербайджан [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <http://ru.sputnik.az/expert/20080522/42310117.html>.
4. Беляев В. А. Распараллеливание обхода дерева поиска для решения задачи о рюкзаке на кластерной системе / В. А. Беляев, Н. Е. Тимошевская // Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах : Материалы международного научно-практического семинара / Под редакцией проф. Р. Г. Стронгина. – Н. Новгород : изд-во ННГУ, 2002. – С. 16 – 20.
5. Бойко А. А. Система показателей качества баз данных автоматизированных систем / А. А. Бойко, С. А. Гриценко, В. Ю. Храмов // Вестник ВГУ, серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2010. – № 1. – С. 39 – 45.
6. Бондаренко М. Ф. Мозгоподобные структуры: Справочное пособие. Том первый / М. Ф. Бондаренко, Ю. П. Шабанов-Кушнарченко / Под ред. акад. НАН Украины И. В. Сергиенко. – К. : Наукова думка, 2011. – 460 с.
7. Борисенко А. А. Биномиальное кодирование: Монографія. // А. А. Борисенко, І. А. Кулик – Суми: Вид – во СумДУ, 2010. – 206 с.
8. Борисенков Е. П. Алгоритмы и программы статистической обработки информации на ЭВМ / Е. П. Борисенков, Н. А. Романов // Ленинград: гидрометеоиздат. – 1989. – 454с.
9. Бриткин А. И. Риски, связанные с внедрением технологий, в проектах разработки программного обеспечения / А. Бриткин // Социально-экономические и технические системы. – 2007. – № 8 (42).
10. Введение в информатику – [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://uk.wikipedia.org/wiki>.
11. Верлань А. Ф. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы. Справочное пособие. / А. Ф. Верлань, В. С. Сизиков. – К. : Наукова думка, 1986. – 544 с.
12. Верников Д. А. Критерии выбора информационных технологий для формирования бизнес-процессов в финансово-экономической деятельности // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2013. – № 3. – С. 227 – 229.

13. Вильхивская О. В. Методика планирования внедрения технологий электронного бизнеса на предприятия машиностроительной отрасли / О. В. Вильхивская, Н. А. Брынза // Научные исследования: от теории к практике: материалы III Междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 30 апр. 2015 г.). В 2 т. Т. 2 / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. – С. 205 – 214.
14. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. / Пер. с англ. И. В. Соловьева, Г. Н. Поварова; Под ред. Г. Н. Поварова. – 2-е издание. – М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. – 344 с.
15. Владимирова Т. В. Социальная природа информационной безопасности [Текст] : монография / Т. В. Владимирова; АНО содействия развитию соврем. отечеств. науки. Изд. дом «Научн. обозрение». – М. : Изд. Дом «Научн. обозрение», 2014. – 239 с.
16. ВОЗ, Обзорная сводка о состоянии здоровья в Украине на 2005 год / Всемирная организация охраны здоровья. – Европейское региональное бюро ВОЗ, 2005. – 39с.
17. Воробьев В. И. Теория и практика вейвлет-преобразования. / В. И. Воробьев, В. Г. Грибунин. – СПб. : Изд-во ВУС, 1999. – 208 с.
18. Воронин А. Н. Векторная оптимизация динамических систем / А. Н. Воронин, Ю. К. Зиатдинов, О. И. Козлов, В. С. Чабанюк: Под ред. А. Н. Воронина. – К. : Техніка, 1999. – 284 с.
19. Вороновский Г. К. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г. К. Вороновский, К. В. Махотило, С. Н. Петрашев, С. А. Сергеев. – Х. : Основа, 1997. – 112 с.
20. Гайворонский М. В. Безопасность информационно-коммуникационных систем / М. В. Гайворонский, А. Н. Новиков – К: Изд. группа ВНУ, 2009. – 608 с.
21. Галкин Г. Методы определения экономического эффекта от ИТ-проекта. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.iemag.ru/master-class/detail.php?ID=15720>.
22. Геловани В. А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды / В. А. Геловани, А. А. Башлыков, В. Б. Бритков, Е. Д. Вязилов – М. : Эдиториал УРСС, 2001. – 304 с.
23. Гиглавый А. ИТ-образование: поиск путей на рынок труда [Электронный ресурс] / А. Гиглавый// Открытые системы. – 2004. – № 7. – Режим дступу: www.osp.ru/os/2004/06/184477/.
24. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 200 – 479 с.

25. Голубенко А. Л. Политика информационной безопасности / А. Л. Голубенко, В. А. Хорошко, А. С. Петров, С. М. Головань, Ю. Е. Яремчук – Луганск: Тип: СНЕ В.Даля. – 2009. – 300 с.
26. Грибунин В. Г. Цифровая стеганография [Текст] : монография / В. Г. Грибунин, И. Н. Оков, И. В. Туринцев. – М. : СОЛОН-Пресс, 2002. – 272 с.
27. Грищук Р. В. Диференціально-ігрові моделі та методи моделювання процесів кібернападу: дис. ... доктора техн. наук : 21.05.01 / Грищук Руслан Валентинович. – Київ, 2013. – 411 с.
28. Грищук Р. В. Концепція синергетичного управління процесами взаємодії агентів у соціальних інтернет-сервісах / Р. В. Грищук, К. В. Молодецька // Безпека інформації. – 2015. – Т. 21, ч. II. – С. 123–130.
29. Грищук Р. В. Мобільні соціальні інтернет-сервіси як один із різновидів масової комунікації на сучасному етапі / Р. В. Грищук, Ю. Г. Даник, О. В. Самчишин // Безпека інформації. – 2015. – Т. 21, № 1. – С. 16–20.
30. Даник Ю. Г. Основні аспекти парадигми кібернетичної безпеки. [Електронний ресурс] / Ю. Г. Даник. – Режим доступу: <http://jml.nau.edu.ua/index.php/IMV/article/view/3171>.
31. Дегтярев А. Институциональные факторы создания механизмов преодоления административных барьеров в развитии предпринимательства / А. Дегтярев, Р. Маликов // Вестник МГУ. Экономика. – 2003. – № 6. – С. 42–58.
32. Джамбеков А. М. Перспективы использования космических систем экологического мониторинга в нефтегазовой отрасли на примере предприятия ГПЗ ООО «Газпром добыча Астрахань» / А. М. Джамбеков, А. А. Марков // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–2. – С. 327 – 329.
33. Єжова Л. Ф. Управління інформаційною безпекою / Л. Ф. Єжова, А. О. Корченко, І. О. Мачалін, Л. М. Скачек, В. О. Хорошко – Т. 2, К.: НАУ, 2012 – 373 с.
34. Єжова Л. Ф. Управління інформаційною безпекою. В 2-х томах / Л. Ф. Єжова, І. О. Мачалін, Я. В. Невойт, В. О. Хорошко– Київ. Вид.ДУІКТ. 2011.
35. Засядько А. А. Розв'язання задачі відновлення сигналів за допомогою однокритеріальної оптимізації / А. А. Засядько // Вісник ЖІТІ, 2002. – № 4 (23) / Технічні науки. – С. 133–136.
36. Засядько А. А. Сравнение методов Тихонова и многокритериальной оптимизации при решении задачи восстановления сигналов / А. А. Засядько // Проблемы управления и информатики, 2003. – № 5. – С. 60-67.
37. Захарова Т. В. Информационная технология поддержки принятия решений по формированию инвестиционной политики / Т. В. Захарова, В. В. Москаленко // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2011– № 1/7(49).– С. 11–13.

38. Защита в сетях NGN. [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEWjavnXptJDKAhUGl3IKHZf7CG8QFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.eur esa.ru>.
39. Звонников В. И. Контроль качества обучения при аттестации: компетентностный подход. / В. И. Звонников. – М. : Университетская книга; Логос, 2009. – 272 с.
40. Згуровський М. З. Основи системного аналізу/ М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова– К : ВНУ. – 2007. – 544с.
41. 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. – 2011. – № 5. – С. 98–109.
42. Иванов В. Г. Сжатие изображения текста на основе статистического анализа и классификации вертикальных элементов строки / В. Г. Иванов, Ю. В. Ломоносов, М. Г. Любарский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков. – 2014. – № 4/2 (70). – С. 4–15.
43. Иванов В. Г. Сжатие изображения текста на основе выделения символов и их классификации / В. Г. Иванов, М. Г. Любарский, Ю. В. Ломоносов // Проблемы управления и информатики. – 2010. – № 6. – С. 111–122.
44. Иванов В. Г. Формальное описание дискретных преобразований Хаара / В. Г. Иванов // Проблемы управления и информатики. – 2003. – № 5. – С. 68 – 74.
45. Ивонин М. В. Криптографические протоколы распределения ключей для групп с динамическим составом участников. / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.itsecure.org.ua>.
46. Информационная безопасность системы организационного управления. Теоретические основы : в 2 т. / Н. А. Кузнецов, В. В. Кульба, Е. А. Микрин и др.; [отв. ред. Н.А. Кузнецов, В.В. Кульба] ; Ин-т проблем передачи информ. РАН. – М. : Наука, Т.1. – 2006. – 495 с.
47. Информационный портал CRM [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.crm.com.ua.
48. Исикава К. Японские методы управления качеством / К. Исикава, Сокр.пер. с англ. / Под. Ред. А. В. Гличева. – М: Экономика, 1988. – 214 с.
49. Использование коэффициента Танимото для поиска людей с одинаковыми предпочтениями [Електронний ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://habrahabr.ru/blogs/algorithm/104901/>.
50. 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.

51. Кадомцев Б. Б. Динамика и информация. 2-е изд. / Б. Б. Кадомцев – М.: Редакция журнала «Успехи физических наук», 1999. – 400 с.
52. Кобозева А. А. Анализ информационной безопасности / А. А. Кобозева, В. А. Хорошко. – К. : ГУИКТ, 2009. – 251 с.
53. Кобозева А. А. Основы метода выявления клонированных участков изображения, подвергнутых коррекции цвета / А. А. Кобозева, Е. Ю. Лебедева // Збірник наукових праць Військового інституту КНУ ім.Т.Шевченка. – 2013. – №44. – С. 96 – 102.
54. Кобозева А. А. Основы нового подхода к выявлению результатов клонирования в цифровом изображении в условиях возмущающих воздействий / А. А. Кобозева, С. Н. Григоренко // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2015. – Т.5, №4. – С. 303 – 311.
55. 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.
56. Мельник М. О. Информационные технологии и защита информации в информационно-коммуникационных системах. Раздел 18 / М. О. Мельник Х. : Вид-во ТОВ «Щедра садиба плюс», 2015. – С. 247 – 264.
57. Колесников А. А. Синергетические методы управления сложными системами: теория системного синтеза / А. А. Колесников. – М. : Едиторал УРСС, 2005. – 228 с.
58. Компьютерная имитационная система CIS-KOSMAS [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://academygps.ru/nauka/innovacionnyje-razrabotki/komputernaja-imitacionnaja-sistema-cis-kosmas>.
59. Кононович В. Г. Динамічна модель системи інформаційної безпеки консолідованої інформації / В. Г. Кононович, І. В. Кононович, О. Ю. Кунянський // Том 1: Матеріали XII міжнародної науково-технічної конференції «АВІА-2015». 28 – 29 квітня 2015. – К.: НАУ, 2015. – С. 2.17–2.20.
60. Король О. Г. Протоколы безопасности телекоммуникационных сетей / О. Г. Король // Системи обробки інформації. – 2012. – № 6 (104). – С. 113 – 120.
61. Крючкова П. В. Улучшение законодательного регулирования экономической деятельности: европейский опыт и перспективы для России / П. В. Крючкова. М. : Российско- Европейский Центр Экономической Политики (РЕЦЭП). – 2005. – 83 с.
62. Куклев В. А. Мобильное обучение как составная часть открытого и дистанционного образования / В. А. Куклев // Методологическое, научно-методическое и кадровое обеспечение информации образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://ido.tsu.ru/other_res/pdf/4\(32\)_2008\(5-9\).pdf](http://ido.tsu.ru/other_res/pdf/4(32)_2008(5-9).pdf).

63. Курзаева Л. В. Конкурентоспособность будущих специалистов по информационным технологиям: феномен, модель и методика развития в процессе профессиональной подготовки в вузе: монография / Л. В. Курзаева. – Магнитогорск: МаГУ, 2010. – 160 с.

64. Ларин А. Н. Проблемы использования геоинформационных технологий в пожарно-спасательных подразделениях Украины / А. Н. Ларин, А. Я. Калиновский, Р. И. Коваленко // Вестник Кокшетауского технического института Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан. – 2015. – № 2 (18). – С. 10–15.

65. Ларін О. М. Дослідження параметрів функціонування пожежно-рятувальних підрозділів міста Харкова на сучасному етапі для розробки програмного блоку «ПРОГНОЗ НС» / О. М. Ларін, А. Я. Калиновський, Р. І. Коваленко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – 2015. – №62 (1171). – С. 77–83.

66. Лосев М. Ю. Нечітко-множинна оцінка стану параметрів техніко-економічних систем / М. Ю. Лосев, Ю. М. Малишко // Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Х.: Харківський університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, 2015. – Вип.4 (129). – С. 33 – 38.

67. Малыш А. А. Информационная безопасность: Концептуальные и методические основы защиты информации / А. А. Малыш – М : Высшая школа, 2004. – 280 с.

68. Маракова И. И. Синтез и исследование методов верификации объектов электронного документооборота / И. И. Маракова, Л. А. Кузнецова, А. А. Сыропятов // Захист інформації. – 2008. – № 2. – С. 50 – 65.

69. Маракова І. І. Технологія цифрових водяних меток з головними покриваючими повідомленнями в нагляді бінарних зображень / І. І. Маракова // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення систем захисту інформації в Україні. – Науково-технічний збірник. – К.: НДЦ "Тезис" НТУУ "КПІ". – 2003. – Вип. 7. – С. 53 – 58.

70. Мельник А. О. Кібер-фізичні системи: проблеми створення та напрями розвитку / А. О. Мельник // Вісник НУ “Львівська політехніка”. Комп’ютерні системи та мережі. – 2014. – № 806. – С. 154 – 161.

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

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

73. Минухин С. В. Метод минимизации суммарного запаздывания работ на одиночном устройстве на основе рангового подхода и правил

доминирования / С. В. Минухин, Д. С. Ленко // Электронное моделирование. – 2014. – Т. 36, № 2. – С. 57 – 79.

74. Минухин С. В. Модели и методы решения задач планирования в распределенных вычислительных системах : монография / С. В. Минухин. – Харьков : Щедрая усадьба плюс, 2014. – 323 с.

75. Минухин С. В. Параллельная реализация решения задач прогнозирования на кластере на основе искусственных нейронных сетей / С. В. Минухин, С. В. Знахур // Проблеми програмування. Спеціальний випуск. Матеріали Сьомої міжнародної науково-практичної конференції з програмування УкрПРОГ 2010, 25-27 травня 2010 р., м. Київ. – 2010. – № 2-3. – С. 115–124.

76. Мінухін С. В. Метод мінімізації часу виконання завдань з директивними строками на некластеризованому ресурсі обчислювальної системи / С. В. Мінухін // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2009. – № 3. – С. 47 – 53.

77. Моделирование бизнес-процессов. [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://it-claim.ru/Education/Course/ISDevelopment/Lecture_9.pdf.

78. Молодецька К. В. Синтез синергетичного управління попитом агентів на контент у соціальних інтернет-сервісах / К. В. Молодецька // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2015. – Т. 5, № 4. – С. 330–338.

79. Молодецька К. В. Спосіб підтримання заданого рівня попиту акторів соціальних інтернет-сервісів на контент / К. В. Молодецька // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. – 2015. – № 4(35). – С. 113–117.

80. Морозова Т. Ю. Высшее ИТ-образование в Украине (системное исследование). / Т. Ю. Морозова – К., 2014. – 224 с.

81. Москаленко В. В. Концепция решения задачи координации развития предприятия / В. В. Москаленко, С. В. Бронин, М. А. Гринченко, М. В. Глебова. // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2013 – №2(46). – С. 24–32.

82. Москаленко В. В. Концепция технологии формирования показателей деятельности предприятия как основа ЕРМ-системы / В. В. Москаленко, Т. В. Захарова, Н. Г. Фонта // Системи обробки інформації. – 2015, Вип.9(134). – С. 148–153.

83. Москаленко В. В. Математические модели управления процессами финансирования инвестиционных проектов. / В. В. Москаленко, В. В. Кондращенко // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2011. – № 4. – С. 61–73.

84. Муллажонов Р. В. Обобщенное транспонирование матриц и структуры линейных крупномасштабных систем / Р. В. Муллажонов // Доповіді НАНУ, 2009. – № 10. – С. 27 – 35.

85. Наказ ДСНС України від 29.05.2013 року №358 «Норми табельної належності, витрат і термінів експлуатації пожежно-рятувального, технологічного і гаражного обладнання, інструменту, індивідуального озброєння та спорядження, ремонтно-експлуатаційних матеріалів підрозділів ДСНС України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.mns.gov.ua/files/2013/6/2/normiy.doc>.

86. Ногин В. Д. Принятие решений при многих критериях. Учебно-методическое пособие. / В. Д. Ногин – СПб. Издательство «ЮТАС», 2007. – 104 с.

87. Однонаправленные функции. / [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://crypto.pp.ua/2010/06/odnonapravlennye-funkcii/>.

88. Павлов І. М. Проектування комплексних систем захисту інформації / І. М. Павлов, В. О. Хорошко. – К: Вид. ВІТІ–ДУІКТ. – 2011. – 245с.

89. Петришин Л. Моделювання субтрактивно-адитивного способу перетворення форми інформації. / Л. Петришин // Математичний вісник НТШ; ISSN 1812-6774. — 2012 t. 9 – Р. 246–268. — Bibliogr. – Р. 266–268.

90. Петришин Л. Б. Основи субтрактивно-адитивних систем кодування / Л. Б. Петришин // Інформаційна безпека. – №2(4) 2010. – Луганськ – С. 13 – 18.

91. Пономаренко В. С. Проблеми підготовки компетентних економістів та менеджерів в Україні: монографія [Електронний ресурс] / В. С. Пономаренко. – Режим доступу: <http://competence.in.ua/monograph>.

92. Портал з калориметрії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://livebalans.ru/pravpit/kalpot.php>.

93. Поточные шифры. Результаты зарубежной открытой криптологии. – М., 1997. / [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www/ssl/stu/neva/ru/psw/crypto/potok/str_ciph.htm.

94. Практический опыт построения модели бизнес-процессов в региональных сетевых компаниях. [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://www.businessstudio.ru/procedures/business/rao_ees_russia_smk/.

95. Представление и использование знаний: Пер. с япон./Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука – М. : Мир, 1989. – 220 с.

96. Проект Концепції інформаційної безпеки України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mip.gov.ua/done_img/d/30-project_08_06_15.pdf.

97. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. Кн. 2. / У. Прэтт. – М. : Мир, 1982. – 480 с.

98. Рамиль Аделевич Валитов Технические вопросы и проблемы, возникающие при создании и эксплуатации системы дистанционного обучения

на базе Moodle. [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v14_i4/html/5.htm.

99. Рзаев Х. Н. Комплексна система контролю морських нафтогазовидобувних споруд / Х. Н. Рзаев // Системи обробки інформації. – 2015. – № 4(129). – С. 59 – 63.

100. Руденко О. Г. Робастное обучение радиально-базисных сетей / О. Г. Руденко, А. А. Бессонов // Кибернетика и системный анализ. – 2011. – №6. – С. 38 – 46.

101. Свириденко В. А. Анализ систем со сжатием данных. / В. А. Свириденко – М.: Связь, 1977. – 184 с.

102. Сегаран Т. Программируем коллективный разум / Т. Сегаран – Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс. – 2008. – 368 с.

103. Семенов С. Г. Защита данных в компьютеризированных управляющих системах / С. Г. Семенов, В. В. Давыдов, С. Ю. Гавриленко. – LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG (Саарбрюккен, Германия), 2014. – 236 с.

104. Семенов С. Г. Модели и методы управления сетевыми ресурсами в информационно-телекоммуникационных системах: монография / С. Г. Семенов, А. А. Смирнов, Е. В. Мелешко – Харьков : НТУ "ХПИ", 2011. – 212 с.

105. Семенов С. Г. Разработка распределенного метода многопутевой маршрутизации, основанного на потоковой модели с предвычислением путей (маршрутов) / С. Г. Семенов, А. Г. Беленков, А. А. Можаяев // Моделювання та інформаційні технології. – К.: ІПМЕ ім. Г.Є.Пухова, – 2005. – Вип. 32. – С.189–192.

106. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі : [моногр.] / С. О. Семеріков / наук. ред. акад. АПН України, д.пед.н., проф. М. І. Жалдак. – Кривий Ріг : Мінерал ; НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. – 340 с.

107. Сидоренко В. Н. Имитационное моделирование в науке и бизнесе: подходы, инструменты, применение. / В. Н. Сидоренко, А. В. Красносельский // Бизнес-информатика. – 2009. – № 2. – С. 52–57.

108. Сколько калорий нужно в день, чтобы похудеть? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fitbreak.ru/diet/32-kak-rasschitat-kalorii-dlya-pohudeniya>.

109. Смирнов С. А. Исследование показателей качества функционирования интеллектуальных узлов коммутации в телекоммуникационных системах и сетях / Мохамад Абу Таам Гани, А. А. Смирнов, Н. С. Якименко, С. А. Смирнов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Випуск 4(17). – Харків: ХУПС. – 2014. – С. 90 – 95.

110. Смирнов С. А. Математическая модель интеллектуального узла коммутации с обслуживанием информационных пакетов различного

приоритета / Мохамад Абу Таам Гани, А. А. Смирнов, Н. С. Якименко, С. А. Смирнов // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 4 (41). – Харків: ХУПС. – 2014. – С. 48 – 52.

111. Советов Б. Я. Моделирование систем / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – М.: Высшая школа, 2005. – 343 с.

112. Современные методологии и стандарты описания бизнес-процессов: преимущества, недостатки и области применения. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://paramax.susu.ru/study/SovMSproectBP.pdf>.

113. Соловьева Ю. С. Моделирование экономических процессов с применением нейросетевых технологий / Ю. С. Соловьева, Т. И. Грекова // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – №1(6). – С. 49–58.

114. Стандарт ГОСТ РВ 51987 «Информационная технология, комплекс стандартов на АС. Требования и показатели качества функционирования информационных систем» [Электронный ресурс] : – Режим доступа : <http://gearletitbit.weebly.com/blog/gost-rv-51987-2002>.

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

116. Тартаковский А. Последовательные методы в теории информационных систем / А. Тартаковский. – М. : Радио и связь, 1991. – 280 с.

117. Тимошевская Н. Е. Разработка и исследование параллельных комбинаторных алгоритмов / Н. Е. Тимошевская // Прикладная дискретная математика. – 2009. – № 2(4). – С. 96–103.

118. Тихонов А. Н. Методы решения некорректных задач. / А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. – М. : Наука. – 1986. – 288 с.

119. Тихонов В. И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. / В. И. Тихонов, В. Н. Харисов – М. : Радио и связь, 1991. – 608 с.

120. Ткаченко Б. И. Основы физиологии человека: уч. пос. / Б. И. Ткаченко. – С.-Пб. : Питер, 1994. – 567 с.

121. Философский энциклопедический словарь. – М. : Инфра, 2001. – 576 с.

122. Фінансові результати до оподаткування за видами економічної діяльності з розподілом на великі, середні, малі та мікропідприємства у 2015 році [Електронний ресурс. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2011/fin/fin_rez/fn_ed_vsm/fn_ed_vsm_u/fn_ed_vsm_u_14.htm.

123. Хаммер М. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе. / М. Хаммер, Д. Чампи. – М. : Манн, Иванов и Фербер. – 2011. – 288 с.

124. Центр выбора технологий и поставщиков TADVISER [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.tadviser.ru>.

125. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. / К. Шеннон – М.: Изд-во иностр. лит. – 1963. – 830 с.
126. Шлезингер М. И. Математические средства обработки изображений / М. И. Шлезингер. – Киев: Наукова думка, 1983. – 200 с.
127. Щеглов А. Ю. Защита компьютерной безопасности от несанкционированного доступа / А. Ю. Щеглов – С.Пб . – 2004. – 384 с.
128. Щербаков О. В. Интеллектуальная обработка скрытой информации в среде Web 2.0 на примере решения задачи выработки рекомендаций / О. В. Щербаков, В. С. Нарышкін // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2011. – № 2 (92). – С. 226–229.
129. Щербаков О. В. Система підтримки прийняття рішень як невід’ємна частина сучасного інформаційного забезпечення для управління бізнесом / О. В. Щербаков, В. С. Нарышкін // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2011. – № 3 (93). – С. 93–96.
130. Ядыков С. Эффективность информационных систем: докопаться до истины [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vetriks.ru/info/49-info-3-1.html>.
131. Яновский Г. Г. Качество обслуживания в сетях IP / Г. Г. Яновский // Журнал «Вестник связи» . – 2008. – №1. – С. 1 – 16.
132. Andrews N.C. Fourier transform coding of images. / N. C/ Andrews, W. K. Pratt // Hawaii Intern. Conf. on Syst. Sci., Januar 1968. – P. 667 – 679.
133. Babeshko E, Kharchenko V, Gorbenko A (2008) Applying F(I)MEA-technique for SCADA-based Industrial Control Systems Dependability Assessment and Ensuring, Dep-CoS-RELCOMEX 2008, pp. 309-315. doi:10.1109/DepCoS-RELCOMEX.2008.23.
134. Blobel B. (2006). Advanced and secure architectural * Encyclopedia of Healthcare Information Systems MEDICAL INFORMATION SCIENCE REFERENCE New York. – 2008. – 231 p
135. Cherednichenko O. Towards Quality Monitoring and Evaluation Methodology: Higher Education Case-Study / O. Cherednichenko, O. Yangolenko // In: H. C. Mayr et al. (Eds.): UNISCON 2012. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2013. – Vol. 137. – P. 120 – 127.
136. European Union Agency for Network and Information Security. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.enisa.europa.eu/activities/Resilience-and-CIIP/national-cyber-security-strategies-ncsss>.
137. Farid H. Image Forgery Detection / H. Farid // IEEE Signal Processing Magazine. — 2009. — Vol. 6. — P. 16–25.
138. Gorbenko A., Kharchenko V., Tarasyuk O., Furmanov A. (2006) F(I)MEA-technique of Web Services Analysis and Dependability Ensuring, Lecture Notes in Computer Science, vol. 4157/2006. – PP. 153–167.

139. Hayes B. Third base // American Scientist – 89 (6), – 2001. – P. 490 – 494.
140. 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>.
141. Idris F. S. Panchanathan. Review of Image and Video Indexing Techniques // Journal of Visual Communication and Image Representation, 1997. v.8. – p. 53–73.
142. IEC 61508:2010 (2010) Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-related Systems.
143. ISO/IEC. ISO/IEC 27032:2012(E) Information Technology – Security Techniques – Guidelines For Cybersecurity. Geneva, Switzerland: ISO/IEC; 2012.
144. ISPAK: Interactive Visual Analytics for Fire Incidents and Station Placement [Electronic resource]. – Access mode: <http://poloclub.gatech.edu/idea2015/papers/p29-das.pdf>
145. Kharchenko V (Edit) (2011) Critical Infrastructures Safety: Mathematical and Engineering Methods of Analysis and Assurance, Department of Education and Science of Ukraine, National aerospace university named after N. Zhukovsky “KhAI”, 2011, 641 p.
146. Kharchenko V., Sklyar V. (Edits) (2008) FPGA-based NPP Instrumentation and Control Systems: Development and Safety Assessment, Research and Production Corporation “Radiy”, National Aerospace University named after N.E. Zhukovsky “KhAI”, State Scientific Technical Center on Nuclear and Radiation Safety, 2008, 188 p
147. King D. H. Open-source simulation software “JaamSim” / D. H. King, H. S. Harrison // Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference, 8-11 Dec. 2013, Washington, DC. –PP. 2163 – 2171.
148. Knuth D. The Art of Computer Programming. Volume 2, 3rd Ed. – Addison–Wesley. – P. 194-213.
149. Kotkar Pooja S. Detecting Region Duplication Forgery in Digital Image using SIFT Features / Pooja S. Kotkar, S.S. Shriramwar // International Journal of Current Engineering and Technology. — 2014. — T.4. — №3. — C. 1437–1440.
150. Koulamas C. The single-machine total tardiness scheduling problem: Review and extensions / Koulamas C. // European Journal of Operational Research. - 2010. - V. 202, No.1. – P. 1–7.
151. Krishnan M. Soumya Software Development Risk Aspects and Success Frequency on Spiral and Agile Model / M. Soumya Krishnan // International Journal

of Innovative Research in Computer and Communication Engineering (An ISO 3297: 2007 Certified Organization) Vol. 3, Issue 1, January 2015. – PP.301–310.

152. Kusek J. Z. Ten steps to a results-based monitoring and evaluation system : a handbook for development practitioners / J. Z. Kusek, R. C. Rist. – Washington, DC: The World Bank, 2004. – 248 p.

153. Manning C. D. An Introduction to Information Retrieval / C. D. Manning, P. Raghavan, H. Schütze. – Cambridge: Cambridge University Press, 2009. – 544 p.

154. Megrelishvili, R., Chelidze, M., Besiashvili, G. Investigation of new matrix-key function for the public cryptosystems. / The Third International Conference “Problems of cybernetics and Information”, V. 1, September 6-8, Baku, Azerbaijan, Section N1, “Information and Communication Technologies”, 2010. – PP. 75 – 78.

155. Minukhin S. Efficient method for Single machine total tardiness problem / S. Minukhin // IV International Conference «Problems of Cybernetics and Informatics» (PCI'2012), September 12–14, 2012. Электронный ресурс – режим доступа : www.pci2012.science.az/1/23.pdf.

156. MLE-Moodle. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://mle.sourceforge.net>.

157. Moodbile. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.moodbile.org>.

158. Moodle for Mobiles installation. [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://docs.moodle.org/en/Moodle_for_Mobiles_installation.

159. Moulin P. Information-theoretic Analysis of Watermarking / P. Moulin, O’Sullivan. // Proc. of the International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing. – 2000. – Vol. 6. – P. 3630 – 3633.

160. Myna A. N. Detection of region duplication forgery in digital images using wavelets and log-polar mapping / A.N. Myna, M. G. Venkateshmurthy, C. G. Patil // In International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications. – 2007. – Vol.3. — PP. 371–377.

161. OR-Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/orlib/wtinfo.html>.

162. Petryshyn L. B. Theory of digital data processing in the ICT. In monography Advances in ICT for Business, Industry and Public Sector. Springer International Publishing Switzerland. 2015. – pp. 157–170.

163. Robinson S. Simulation: The Practice of ModelDevelopment and Use, John Wiley & Sons Ltd. – 2004. – 316 p.

164. Rudenko O. Function Approximation Using Robust Radial Basis Function Networks / O. Rudenko, O. Bezsonov // Journal of Intelligent Learning Systems and Applications. – 2011.– №3. – Pp. 17–25.

165. Sena T. Static scheduling research to minimize weighted and unweighted tardiness: A state-of-the-art survey / T. Sena, J. M. Suleka, Parthasarati Dileepan // *Int. J. Production Economics*. – 2003. – V. 83, No. 1. – P. 1–12.
166. Sharples M. *Towards a Theory of Mobile Learning* / M. Sharples, J. Taylor [Электронный ресурс]. [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://www.lsri.nottingham.ac.uk/msh/Papers/Towards a theory of mobile earning.pdf](http://www.lsri.nottingham.ac.uk/msh/Papers/Towards_a_theory_of_mobile_earning.pdf).
167. Stair Ralph M., Reynolds George W. *Principles of informations systems: a managerial approach*. – Seventh edition. – USA: Thomson Course Technnology, 2006. – 758 p.
168. Web Services. [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://docs.moodle.org/en/Web_Services.
169. Wooldridge M. J. *An introduction to multiagent systems* / M. J. Wooldridge. – John Wiley & Sons, LTD, 2009. – 461 p.
170. Yao X. A new evolutionary system for evolving artificial neural networks / X. Yao, Y. Lin // *IEEE Trans. on Neural Networks*. – 1997. – v.3. – №3. – PP. 694–713.
171. Yao X. *Evolving Artificial Neural Networks* / X. Yao // *Proc. of the IEEE*. – 1999. – V.87. – №9. – PP. 1423–1447.
172. Zeng Y. *Risk Management For Enterprise Resource Planning System Implementations in Project-Based Firms* : dis. for the degree of PHD / Zeng Yajun, Maryland, 2010 – PP. 210.