

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ЦЕНТР  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І СИСТЕМ  
НАН І МОН УКРАЇНИ



**Інтелектуальні системи в промисловості і  
освіті (ІСПО) – 2009**

Тези доповідей  
Другої міжнародної науково-технічної конференції  
(Суми, 3-5 грудня 2009 року)

Суми «Видавництво СумДУ» 2009

УДК 004.89 (063)  
ББК 32.81+32.96+32.97+74.04+74.580  
I 70

**Інтелектуальні системи в промисловості і освіті:**  
I 70 тези доповідей Другої міжнародної науково-технічної конференції, м. Суми, 3-5 грудня 2009 р. / редкол.: А.С. Довбиш, О.А. Борисенко, С.П. Шаповалов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 148 с.

До збірника увійшли тези доповідей Другої міжнародної науково-технічної конференції «ІСПО-2009» (3-5 грудня 2009 р., м. Суми), які висвітлюють стан та перспективи розвитку інтелектуальних технологій у різних галузях соціально-економічної сфери суспільства.

Тези доповідей будуть корисними для студентів, аспірантів, науковців і фахівців, що займаються розробленням та впровадженням інтелектуальних технологій.

УДК 004.89 (063)  
ББК 32.81+32.96+32.97+74.04+74.580

© Видавництво СумДУ, 2009

---

**ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ НАУКОВО-  
ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**Почесні голови**

ВАСИЛЬЄВ Анатолій Васильович, професор, ректор Сумського державного університету (Суми, Україна)

ГРИЦЕНКО Володимир Ілліч, професор, директор міжнародного науково-навчального Центру інформаційних технологій НАН і МОН України (Київ, Україна)

**Співголови**

ДОВБИШ Анатолій Степанович, д.т.н., професор, завідувач кафедри інформатики (Суми, Україна)

ЛЮБЧАК Володимир Олександрович, к.ф.-м.н., доцент, проректор з науково-педагогічної роботи Сумського державного університету (Суми, Україна)

**Члени програмного комітету**

АВЕРЧЕНКОВ Володимир Іванович, д.т.н., професор, заслужений діяч науки і техніки Російської федерації, проректор Брянського технічного університету (Брянськ, Росія)

БОРИСЕНКО Олексій Андрійович, д.т.н., професор, завідувач кафедри електроніки та комп'ютерної техніки Сумського державного університету (Суми, Україна)

ГАРБАРЧУК Володимир, д.т.н., професор, професор кафедри інформатики Люблінського технічного університету (Люблін, Польща)

КАЛАШНИКОВ В'ячеслав Михайлович, д.ф.-м.н., професор (Монтерей, Мексика)

ЛАВРОВ Євген Анатолійович, д.т.н., професор, завідувач кафедри інформатики і кібернетики Сумського Національного аграрного університету (Суми, Україна)

## **Програмний комітет**

---

МАНАКО Алла Федорівна , д.т.н., доцент, зав. відділенням міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій і систем НАН і МОН України (Київ, Україна)

МУХАМЕДІЄВ Равіль Ільгізовіч, д.і.н., асоційований професор (Вища школа менеджменту інформаційних систем, Рига, Латвія)

СОКОЛОВ Олександр Юрійович, д.т.н., професор, завідувач кафедри інформатики Національного аерокосмічного університету ім. М.Є.Жуковського “Харківський авіаційний інститут” (Харків, Україна)

ЧАПЛИГА В’ячеслав Михайлович , д.т.н., професор, заслужений працівник освіти України, завідувач кафедри економічної кібернетики Львівського банківського інституту Університету банківської справи НБУ (Львів, Україна)

## **ОРГКОМІТЕТ**

### **Голова**

ДОВБИШ Анатолій Степанович, д.т.н., професор, завідувач кафедри інформатики (СумДУ, Суми, Україна)

### **Заступник голови**

ПІВЕНЬ Андрій Григорович, начальник центру комп’ютерних технологій (СумДУ, Суми, Україна)

### **Члени оргкомітету**

ШАПОВАЛОВ Сергій Павлович, к.ф.-м.н., доцент кафедри інформатики (СумДУ, Суми, Україна)

ШЕЛЕХОВ Ігор Володимирович, асистент кафедри інформатики (СумДУ, Суми, Україна)

### **Відповідальний секретар**

МАРТИНЕНКО Сергій Сергійович, аспірант кафедри інформатики (СумДУ, Суми, Україна)

**ПОКАЖЧИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**

С.

**Секція 1 Розпізнавання образів та оброблення сигналів і зображень**

1. **Чайковський І.А., Будник М.М., Голуб Т.П.** Визначення емоційного стану людини за допомогою параметрів ЕКГ в одному відведенні .....10
2. **Гладирєва Г.Ю., Коваленко О.С., Будник М.М.** Пошук параметрів методів JPEG та WAVELET, які забезпечують максимальне стиснення медичних зображень .....12
3. **Авраменко В.В., Волков Р.С.** Сегментация двумерных контурных изображений с помощью функций непропорциональностей .....15
4. **Слепушко Н.Ю.** Распознавание низькочастотного периодического сигнала при наличии высокочастотной помехи с неизвестными характеристиками .....17
5. **Морозова О. И.** Модель направленного обучения с использованием онтологий .....19
6. **Якушев О.А., Назаренко Л.Д.** Визначення вікна згладжування для початкової обробки акустичного сигналу .....21
7. **Шелехов І.В., Барило О.Б.** Інформаційно-екстремальна корекція генотипних параметрів навчання .....23
8. **Дзюба О.О.** Оцінка оперативності гібридного алгоритму навчання інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень .....26
9. **Скаковська А.М.** Метод адаптивного відновлення зображень в електронно-оптичних системах .....28
10. **Мартиненко С.С., Наджафіан Мохаммед** Алгоритм формування навчальної матриці при розпізнаванні магнітокардіограм .....31
11. **Андрієнко Н.І., Тиркусова Н.В.** Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для автоматизації виробництва композиційних матеріалів .....33
12. **Котенко С.М.** Навчання автоматизованої системи керування слабоформалізованим процесом без вчителя .....35

## **Показчик тез доповідей**

---

13. <b>Востоцький В.О.</b> Алгоритм автоматичної класифікації .....	37
14. <b>Кулик І.А., Скордина Е.М., Гапич В.Н., Чередниченко В.Б.</b> Алгоритм формирования квазиравновесных кодовых комбинаций .....	40
15. <b>Кулик І.А., Костель С.В., Горячев А.Е.</b> Быстродействующий алгоритм вычисления номера равновесной комбинации.....	42
16. <b>Заболотний М.І.</b> Спосіб шифрування і дешифрування даних .....	44
17. <b>Мельник А.П., Грабчак В.И.</b> Анализ методов маскирования алгебраических блоковых кодов с быстрым алгоритмом декодирования под случайный код .....	46
18. <b>Олешко А.О.</b> Распознавание искажённого сигнала с использованием свойств непропорциональности.....	48
19. <b>Авраменко В.В., Прохненко Ю.И.</b> Алгоритм распознавания эталонного сигнала при наличии аддитивной помехи с частично перекрывающимися частотными спектрами.....	50
20. <b>Слабко М.А.</b> Спосіб мінімізації вхідної інформації у задачах діагностики .....	52
21. <b>Алтиннікова К.В.</b> Інтелектуальна система розпізнавання електронограм .....	53

## **Секція 2 Застосування інтелектуальних систем у соціумі**

1. <b>Довбиш А. С.</b> Стан та тенденція розвитку інтелектуальних технологій в інформаційному суспільстві.....	56
2. <b>Аверченков В.И., Гайнулин Т.Р., Голембиовская О.М.</b> Оптимизация системы обработки персональных данных .....	61
3. <b>Лавров Е.А., Барченко Н.Л.</b> Интеллектуальный анализ эргономических данных при проектировании сложных человеко-машинных систем .....	64
4. <b>Степаненко О.П.</b> Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень у банківській сфері .....	66

5. **Сайко В.В.** Клеточная модель потребительского поведения популяции..... 68
6. **Хусейн М. Ватик** Определение параметров движения подвижной системы на основе обработки видеосигналов ..... 70
7. **Иванов Д.Е., Зуауи Рамзи** Возможность применения стратегии симуляции отжига в диагностике цифровых схем ..... 72
8. **Таран С.В.** Модель оптимального расписания работы механического цеха по изготовлению единичных изделий ..... 75
9. **Радивоненко О.С., Корчак Т.В.** Методы анализа и прогнозирования временных рядов в эпидемиологии с использованием комплексной модели ИНС и модели Брауна ..... 77
10. **Шкаберин В.А.** Разработка онтологии «Обеспечение технологичности конструкции изделий в САПР» ..... 79
11. **Боярчук А.В., Иванова М.М., Гученко М.І.** Залежність між психофізичними характеристиками водія та його здатністю уникати зіткнень ..... 81
12. **Панченко Б.Е.** Каркасное моделирование сущностей–объектов произвольной предметной области ..... 83
13. **Рогозинська Н.С., Коваленко О.С., Козак Л.М.** Застосування демографічних і економічних показників для моделювання інформаційних характеристик галузі охорони здоров'я ..... 85
14. **Будник В.М., Будник М.М.** Розрахунок максимально однорідного поля соленоїда для магнітної терапії ..... 87
15. **Скобцов Ю.А., Скобцов В.Ю., Нассер Іяд К.М.** Генетические алгоритмы генерации тестов для неконстантных неисправностей ..... 89
16. **Петров С.А., Руденко А.Г.** Моделирование процессов, меняющихся во времени ..... 91
17. **Бабий М.С., Чекалов А.П., Шаповалов С.П., Ободяк В.К.** Алгоритм визуализации статистических данных на основе непараметрического оценивания ..... 93
18. **Парфененко Ю.В.** Аналіз даних для моніторингу функціонування системи теплопостачання..... 96

## **Показчик тез доповідей**

---

19. <b>Петров В.В., Гутенко Д.В.</b> Повышение надёжности цифровых систем.....	98
20. <b>Кунцев С.В.</b> Интеллектуальный анализ данных.....	100
21. <b>Тронь В.А.</b> Прогностична система підтримки прийняття рішень для хімічного технологічного процесу .....	102
22. <b>Неня А.В., Омеляненко К.А., Моїсеєнко М.В.</b> Інформаційні технології у насособудуванні.....	104
23. <b>Шендрик В.В., Зайков Д.О., Гапон В.І.</b> Створення віртуального конструкторського бюро на основі GRID-технологій.....	106
24. <b>Маслова З.І., Нілова М.В.</b> Програмне забезпечення системи прийняття рішень для формування кредитно-грошової політики країни .....	108
25. <b>Проценко Е.Б., Емельяненко В.В.</b> Математическое моделирование упругих свойств однослойных углеродных нанотрубок типа «armchair».....	109
26. <b>Проценко Е.Б., Карпеченко А.Д.</b> Математическая модель эластичных свойств одно-и многослойных углеродных нанотрубок .....	111
27. <b>Руденко М.С., Мартиненко С.С.</b> Інформаційне та програмне забезпечення системи підтримки прийняття рішень для діагностування онкопатологій .....	113
28. <b>Тулякова Н.О., Руденко А.Г.</b> Оперативные алгоритмы векторной нелинейной фильтрации для удаления низкоамплитудных артефактов ЭКГ .....	115

## **Секція 3 Дистанційне навчання: теорія і практика**

1. <b>Жук М. В</b> Современное образование: вызовы человеческому капиталу и проблема адекватности приоритетов ....	118
2. <b>Любчак В.О., Зубань Ю.О.</b> System for Distance Learning.....	120
3. <b>Мазурок Т. Л.</b> Інтеллектуальне прогнозування досяжності компетенцій в електронному навчанні.....	122
4. <b>Малахов Ю.А., Шинкаревич Т.В.</b> Моделирование процесса формирования компетенций студента.....	124



---

5. <b>Щеголькова В.А.</b> Адаптация в системе вывода по прецедентам.....	127
6. <b>Шкумат Е.В.</b> Создание электронных средств учебного назначения .....	129
7. <b>Таций В.Я., Иванов С.Н., Соколов Ю.А., Карасюк В.В., Луговой А.С., Морозова О.И.</b> Интеллектуальные основы формирования образовательной среды в праве.....	131
8. <b>Маклаков Г.Ю.</b> Интеллектуальная система оценки качества дистанционного обучения в децентрализованных распределенных системах .....	133
9. <b>Алексенко О.В., Стельна Т.В., Штика С.М.</b> Використання системи MOODLE для активації самостійної роботи студентів.....	135
10. <b>Глазунова О.Г.</b> Можливості використання відеоконференц-системи у інформаційно-освітньому просторі.....	137
11. <b>Зубань Ю.О.</b> ONLINE-відеотрансляції у системі дистанційного навчання СумДУ .....	139
12. <b>Сіренко А.Ю., Сліпушко М.Ю.</b> Розробка універсальних динамічних об'єктів у середовищі FLASH для віртуальних лабораторних робіт.....	140
13. <b>Кузіков Б.О.</b> Алгоритм функціонування Google Wave-робота для організації e-Learning.....	142
14. <b>Барило Р.Б.</b> Оптимізація контрольних допусків на ознаки розпізнавання системи e-Learning при адаптивному навчанні .....	144
15. <b>Бабій М.С., Чекалов А.П., Шаповалов С.П., Ободяк В.К.</b> Достоверность КМС как критерий оценки знаний .....	146

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАРАМЕТРІВ ЕКГ В ОДНОМУ ВІДВЕДЕННІ**

І.А. Чайковський, к.м.н., с.н.с.

МННЦ ІТІС, Україна

Т.П. Голуб, бакалавр,

М.М. Будник, к.т.н., с.н.с.

КНУ імені Тараса Шевченка, Україна

Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ, Україна

budnyk@meta.ua

Вступ та постановка задачі. Відомо, що неадекватне емоційне збудження людини впливає на її працездатність, а також може провокувати різні патологічні порушення. Так, надмірне психоемоційне навантаження має місце в осіб, що приймають рішення (авіадиспетчери, пілоти, водії, оператори техн. об'єктів з високим ступенем техногенного ризику (АЕС, енергетичні мережі та ін.), при впливі засобів масової інформації (кіно, ТБ), стресі (масові заходи). У всіх цих випадках необхідно прогнозувати вплив емоційного навантаження на здоров'я людини.

З іншого боку, ЕКГ на даний момент залишається одним з найбільш дешевих та доступних методів обстеження серця. При цьому відомо, що емоційні стимули спричиняють зміни у роботі серця. Мета роботи – розробка методів оцінки емоційного стану людини на основі параметрів одноканальної ЕКГ.

Суть дослідження. Обстежено добровольців без кардіологічних захворювань і відповідно, – без змін на ЕКГ, які піддавались дії аудіовізуального стимулу (група СТИМУЛ). Для контролю застосовано групи: без дії сти-

мулу (АНКЕТА), дія стандартного стимулу (НЕЙТРАЛЬНІ), після відпочинку (ВІДПОЧИНОК). ЕКГ реєструвався холтер-монітором протягом 1,5-2 години (тривалість стимулу). Проведено 444 обстеження: АНКЕТА – 153, НЕЙТРАЛЬНІ – 34, ВІДПОЧИНОК – 179, СТИМУЛ – 78.

Обчислювались 10 показників (X1-X10), 9 з яких – параметри варіабельності ритму серця, а один оцінював зміну форми ЕКГ сигналу (X3). Досліджувалося 7 тестів – між усіма можливими парами груп та пара СТИМУЛ-ВСІ ІНШІ РАЗОМ (АНКЕТА+НЕЙТРАЛЬНІ+ВІДПОЧИНОК). Пари груп розділялися методом одно- та багатовимірного лінійного дискримінантного аналізу (ЛДА). Спочатку проводилися 1-мірні, потім – багатовимірні ЛДА тести для наборів параметрів, упорядкованих по спаданню потужно-сті дискримінації 1-мірних тестів. В результаті знаходився набір, який давав максимум достовірність дискримінації осіб між даною парою груп (деталі методики див. в [1]).

Результати. Отримано вирази для дискримінантних функцій (ДФ), які дають максимум потужності дискримінації  $R_{max}$  для кожного тесту (N – к-ть параметрів).

пара	С-А	С-Н	С-В	С-всі	А-Н	А-В	В-Н
$R_{max}$	96,2%	94,5%	91%	88,1%	69,9%	76,9%	74%
N	10	10	10	6	5, 6	4, 6	10

Наведемо ДФ для пари С-Н (СТИМУЛ-НЕЙТРАЛЬНІ). Правило:  $d > 0$  ( $d < 0$ ) емоційне збудження наявне (відсутнє).

$$d = 0.419 * X1 - 0.045 * X2 - 0.015 * X3 - 0.046 * X4 + 0.015 * X5 - 0.007 * X6 + 0.076 * X7 + 0.155 * X8 - 0.036 * X9 - 50.24$$

Висновок. Холтер-моніторування одного відведення ЕКГ здатне достовірно визначити емоційний стан людини на основі правил, отриманих багатовимірним ЛДА.

1. Чернишева Д.С., Будник М.М. Застосування дискримінантного аналізу до обробки МКГ інформації / Комп'ютерні засоби, системи та мережі. – Київ: ІК ім. В.М. Глушкова. – 2004. – №3. – С. 57–64.

УДК 007:57+007:573.6+615.47

## **ПОШУК ПАРАМЕТРІВ МЕТОДІВ JPEG ТА WAVELET, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ МАКСИМАЛЬНЕ СТИСНЕННЯ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

О. С. Коваленко, д.м.н., п.н.с,

Г. Ю. Гладирева, аспірантка

МННЦ ІТІС, Україна

М.М. Будник, к.т.н., с.н.с.

Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ, Україна

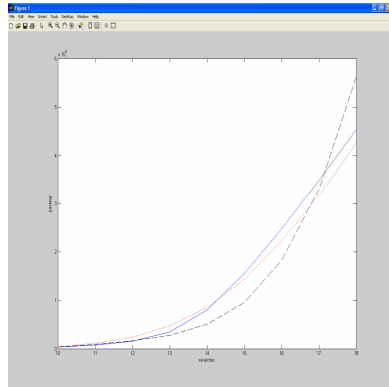
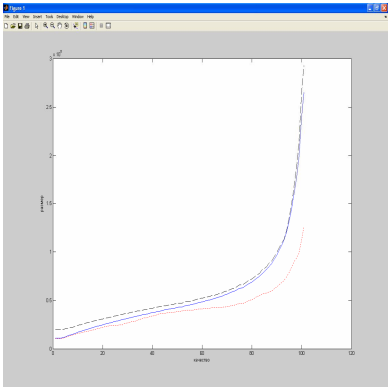
[anjuta\\_g@bk.ru](mailto:anjuta_g@bk.ru)

Вступ та постановка задачі. Зовсім нещодавно питання стиснення мультимедійної інформації (у тому числі медичних даних та зображень) мали інтерес лише для вузького кола спеціалістів, які займаються науковими дослідженнями в області прикладної теорії передачі даних. Але зараз обробка зображень є важливим напрямком застосування сучасної обчислювальної техніки.

Сучасний етап розвитку медицини у всьому світі характеризує впровадження та використання методів стиснення зображень. На сьогоднішній день найбільш відомими та поширеними є алгоритми WAVELET та JPEG [1]. Стиснення та комп'ютерна передача медичних зображень по вузько смуговим каналам зв'язку надає можливість прискорити процес діагностики захворювань та лікування пацієнтів.

Суть дослідження. Необхідно дослідити параметри методів JPEG та WAVELET, які забезпечують максимальне стиснення медичних зображень. У ході роботи отримано наступні результати:

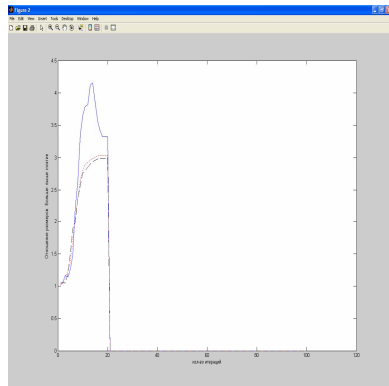
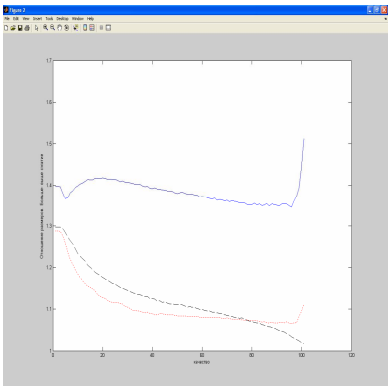
Залежності розміру зображення від параметру якості зображення для алгоритму JPEG (а) та кількості ітерацій для алгоритму WAVELET (б):



а)

б)

Залежності формату «сірого JPEG» від параметру якості зображення (в) та «сірого WAVELET» від кількості ітерацій алгоритму (г):



Синій суцільний – Кров  
Червоний пунктирний- УЗД  
Чорний штриховий - РЕНТГЕН

Результати. В результаті знайдено параметри двох алгоритмів стиснення, які забезпечують максимальний ступінь стиснення трьох типів зображень:

1. Метод JPEG – параметр якості (comp) однаковий і рівний 0 для досліджених трьох класів зображень.
2. Метод WAVELET – параметр якості (comp) однаковий і рівний 10 для досліджених трьох класів зображень.
3. Для зображень в форматі «сірий JPEG» отримано максимальний коефіцієнт стиснення (p) рівний: для КРОВІ - 20, для УЗД – [0;2], для РЕНТГЕН [0;2].
4. Для зображень в форматі «сірий WAVELET» отримано максимальний коефіцієнт стиснення (k) рівний: для КРОВІ - 14, для УЗД – 22, для РЕНТГЕН 22.

Висновок. Таким чином в даній роботі на основі обробки наборів реальних медичних оптичних ультразвукових та рентгенівських зображень знайдено області параметрів популярних форматів стиснення, які забезпечують максимальну ступінь стиснення вказаних зображень.

Розроблені інформаційні технології дозволяють автоматизувати програмні комплекси з метою стиснення та подальшої обробки медичної інформації для потреб телемедицини та підвищити обґрунтованість прийняття медичних рішень.

1. Гладырева А. Ю., Коваленко А. С., Будник Н. Н. Сжатие медицинских изображений алгоритмами JPEG и WAVELET // 36. доп. 2-ї наук.-техн. школи-семінару «Біомедичні інформаційні технології в охороні здоров'я» (БМІТ-2009), Київ: ІК НАНУ. – 17-20 червня 2009, Київ-Жукіи, с. 14-16.

**СЕГМЕНТАЦИЯ ДВУМЕРНЫХ КОНТУРНЫХ  
ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИЙ  
НЕПРОПОРЦИОНАЛЬНОСТЕЙ**

В.В. Авраменко, к.т.н., доцент,  
Р.С. Волков, студент  
Сумський державний університет, Україна  
avr@sumdu.edu.ua

Анализируемое изображение состоит из нескольких эталонных контуров, наложенных один на другой. При этом они могут быть повернуты, масштабированы и находиться в любом месте распознаваемого изображения.

Ставится задача по принятому изображению и заданному набору эталонов определить, каким эталонным контурам соответствуют фрагменты распознаваемого изображения.

Для решения поставленной задачи авторами были разработаны метод и программное обеспечение, основанные на использовании функций непропорциональностей [1].

Каждая точка (пиксель) распознаваемого контура и каждого из эталонов представляется в виде центра полярной системы координат. Из этого центра во все стороны с заданным угловым шагом проводятся радиус-векторы и фиксируются расстояния до их пересечения с линиями контура, как показано на рис. 1. В результате, каждой точке контура ставится в соответствие зависимость длины радиус-вектора от угла.

Для всех точек распознаваемого контура и эталонов вычисляются значения функций непропорциональностей по формуле:

$$z(\varphi) = \frac{y(\varphi)}{x(\varphi)} - \frac{y'(\varphi)}{x'(\varphi)},$$

где:  $\varphi$  – угол между радиус-вектором и касательной в точке;

$z(\varphi)$  – значение непропорциональности;

$y(\varphi)$ ,  $x(\varphi)$  – зависимости длины радиус-вектора от угла соответственно для распознаваемого изображения и конкретного эталона.

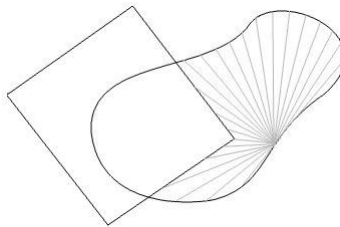


Рис. 1. Пример построения зависимости длины радиус-вектора от угла

Если на некоторых интервалах эти функции принимают значения равные нулю, то точкам пересечения радиус-векторов с линиями контура, относящимся к этим интервалам, ставится в соответствие конкретный эталон.

Так как некоторые фрагменты различных эталонов могут быть схожи, точки контуров описываются специальной структурой данных, в число полей которой входят счётчики отнесения этой точки различным эталонам. По значениям этих счётчиков можно судить о принадлежности данной точки конкретному эталону.

Программное обеспечение показало эффективность данного метода при решении поставленной задачи.

1. Авраменко В.В. Характеристики непропорциональности числовых функций. Деп. в ГНТБ Украины 19.01.1998 №59 – Ук98.



**РАСПОЗНАВАНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО  
ПЕРИОДИЧЕСКОГО СИГНАЛА ПРИ НАЛИЧИИ  
ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ  
ПОМЕХИ С НЕИЗВЕСТНЫМИ  
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Н.Ю. Слепушко, ассистент  
Сумский государственный университет, Украина  
avr@sumdu.edu.ua

В технической диагностике, гидроакустике, при передаче сигналов по зашумленным каналам связи возникает задача распознавания полезного сигнала при наличии помех. Часто помехи являются периодическими, высокочастотными и с неизвестными спектральными характеристиками. Ставится задача распознать полезный сигнал, который входит в анализируемый, с неизвестным масштабным множителем при наличии или аддитивной или мультипликативной помехи. Известным является лишь то, что в случайные моменты времени аддитивная помеха может исчезать, а производная мультипликативной помехи может равняться нулю.

Дано конечное множество числовых функций  $f_i(t)$ , где  $i = 1, 2, \dots, n$ . (1), описывающих эталонные сигналы. Анализируемый сигнал в случае аддитивной помехи имеет вид  $y(t) = kf_i(t + \tau_i) + \eta(t)$  (2). Для мультипликативной помехи:  $y(t) = kf_i(t + \tau_i)\eta(t)$  (3). Здесь  $k$  - неизвестный множитель;  $\eta(t)$  - помеха,  $\tau_i \in [0; T_i]$  - сдвиг во времени. Эталонные функции (1) и помеха являются непрерывными и имеют 1-ю производную.

Ставиться задача по известным в текущий момент времени  $t$  значениям  $y(t)$  и  $y'(t)$  определить какая из эталонных функций (1) входит в анализируемый сигнал (2) или (3).

Предлагается эти задачи решить с помощью функций непропорциональностей [1]. Для функции  $\varphi(t)$  по  $\psi(t)$  заданных параметрически непропорциональность по производной  $k$ -го порядка имеет вид

$$@d_{\psi(t)}^{(k)}\varphi(t) = \frac{\varphi(t)}{\psi^k(t)} - \frac{1}{k!} \frac{d^k \varphi / dt}{d\psi / dt^k} \quad (4).$$

Если сигнал описывается выражением (2), необходимо вычислять непропорциональность (4)  $y(t)$  по каждой из эталонных функций  $f_j(t)$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) при  $k=1$ .

$$Z_j(t) = @d_{f_j(t+\tau_j)}^{(1)}y(t) = k @d_{f_j(t+\tau_j)}^{(1)}f_i(t+\tau_i) + @d_{f_j(t+\tau_j)}^{(1)}\eta(t) \quad (5)$$

В случае, если  $j = i$ , имеем  $@d_{f_j(t+\tau_j)}^{(1)}f_i(t+\tau_i) = 0$ .

В те случайные моменты времени, когда по условию помеха  $\eta(t)$  исчезает, становится равным нулю также и второе слагаемое в (5), тогда можно констатировать, что функция  $f_j(t)$  входит в сигнал с временным сдвигом  $\tau_j$

Если же помеха мультипликативная, то непропорциональность (4)  $y(t)$  (3) по одной из эталонной функции в моменты времени, когда  $\eta'(t)=0$  также будет равняться нулю. Разработан алгоритм и компьютерная программа для распознавания полезного сигнала при наличии помех, отвечающим указанным условиям.

1. Авраменко В.В. Характеристики непропорциональности числовых функций и их применение. Деп. В ГНТБ Украины 19.01.98, N59- Ук98.

**МОДЕЛЬ НАПРАВЛЕННОГО ОБУЧЕНИЯ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОНТОЛОГИЙ**

О.И. Морозова, аспирант  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина  
olmora@rambler.ru

Одной из современных тенденций в образовании является активное использование разнородной неструктурированной текстовой информации, представленной в основном в электронном виде. Особенности представления такой информации – наличие большого количества вариантов для текстового представления знания; допустимость изменения представления знаний, представленных текстом; сложность определения времени актуальности представленных текстом знаний.

На сегодняшний день широкое распространение получили системы для унификации такой информации, основанные на использовании баз данных, языка XML, гипертекстовых документов. Однако такие системы обладают рядом недостатков: большие объемы текстов, появление текстов, описывающих новые знания, порождает необходимость постоянного пересмотра уже существующей информации относительно ее актуальности.

Предлагается разработать модель направленного обучения, предусматривающую следующие элементы: модуль первичной обработки текста и формирования онтологического представления информации, модуль навигации по изучаемому материалу и пополнения базы знаний, мо-

дуль оценивания обучаемого, а также модуль самооценки и рекомендаций.

В модуле первичной обработки текста и формирования онтологического представления информации понятие представляет собой упорядоченный набор словосочетаний, которые в свою очередь состоят из групп синонимов. Модуль навигации по изучаемому материалу и пополнения базы знаний дает возможность формировать запрос по ссылке на текст. Модуль оценивания обучаемого базируется на использовании системы Moodle. Модуль самооценки и рекомендаций предполагает, что действия обучаемого запоминаются, а именно, сколько времени у него ушло на освоение материала, за какой промежуток времени был сдан тест и на какую оценку. На основе полученной информации возможно прогнозирование времени на последующее обучение и освоение материала, а также рекомендации относительно повторного изучения пройденных ранее разделов.

На основе предложенной модели представляется возможным сформулировать задачу управления процессом обучения, а именно: рассматривается онтологический профиль реального и идеального обучающегося. Задачей такой системы является приведение профиля реального обучающегося к идеальному в соответствии с требуемым критерием оптимизации.

Создание системы предусматривает создание базы знаний, как основы хранения и поиска информации. Предлагается использование наиболее удобной формы представления разнородной информации – онтологий. Перспективой данной работы является создание автоматической обучающей системы с тесным взаимодействием с пользователем.

**ВИЗНАЧЕННЯ ВІКНА ЗГЛАДЖУВАННЯ ДЛЯ  
ПОЧАТКОВОЇ ОБРОБКИ СИСТЕМИ  
РОЗПІЗНАВАННЯ ГОЛОСУ**

О. А. Якушев, аспірант ,  
Л.Д. Назаренко, доцент  
Сумський державний університет, Україна  
info@id.sumdu.edu.ua

Однією з основних модулів систем розпізнавання акустичних сигналів є модуль початкової обробки сигналу, який безпосередньо формує вибірккову множину. Для побудови вхідного математичного опису застосовується перетворення Фур'є [1], яке дозволяю отримати частотний спектр з початкових амплитудно-часових даних. Спектральне представлення акустичного сигналу загальним перетворенням Фур'є має ряд недоліків, які призвели до появи віконного перетворення Фур'є:

- 1) обмеженість інформативного аналізу сигналу на досить великій часовій ділянці;
- 2) поява ефекту Гіббса [1] на крайових та екстремальних значеннях сигналу.

Застосування віконного перетворення Фур'є [1] дозволяє позбутися цих недоліків:

$$F(t, w) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)w(\tau - t)e^{-i\omega\tau} d\tau,$$

## Секція 1 Розпізнавання образів та оброблення сигналів та зображень

де  $w(\tau - t)$  – деяка віконна функція, яка дозволяє позбутися ефекту Гіббса, згладити бокові лепестків сигналу та зменшити відсоток шуму.

Для вибору оптимального вікна згладжування був проведений порівняльний аналіз віконних функцій для 8 команд класифікатором побудованим за ІЕІ-технологією з паралельним алгоритмом навчання.

Таблиця 1. Порівняння віконних функцій під час роботи паралельного алгоритму оптимізації

	(Лівише; Правише)	(Включити; Виключити)	(Старт; Стоп)	Середнє значення
вікно Ханна	7,65	3,71	5,33	5,56
вікно Хеммінга	7,65	3,21	4,35	5,07
вікно Кайзера	7,65	3,71	3,71	5,02
вікно Блекмана	7,65	4,35	5,33	5,78

У табл. 1 значення в клітинках є значення КФЕ після роботи класифікатора, який застосовує паралельний алгоритм оптимізації [2]. Наведені у клітинах значення це значення КФЕ при розпізнаванні вище наведених команд.

Загалом можна зробити такі висновки: застосування одержаних результатів може бути перспективним при роботі інформаційного та алгоритмічного забезпечення системи, наприклад в медицині, робототехніці тощо.

1. Нуссбаумер Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления сверток / Г. Нуссбаумер. – М.: Радио и связь, 1985. – 248 с.
2. Краснополюсовський А. С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань / А. С. Краснополюсовський. – Суми: Видавництво СумДУ, 2004. – 261 с.

## ІНФОРМАЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНА КОРЕКЦІЯ ГЕНОТИПНИХ ПАРАМЕТРІВ НАВЧАННЯ

О.Б. Барило, аспірант,  
І.В. Шелехов, асистент  
Сумський державний університет  
kras@id.sumdu.edu.ua

У загальному випадку корекція вхідного математичного опису на базі методу функціонально статистичних випробувань (МФСВ) в рамках інформаційно-екстремальної технології (ІЕІТ) [1] полягає в реалізації багатocyкличної ітераційної процедури оптимізації за інформаційним критерієм функціональної ефективності (КФЕ) структурованих параметрів навчання. Окрім геометричних параметрів контейнерів класів розпізнавання до них відносяться так само генотипні параметри, які прямо або непрямо впливають на параметри розбиття.

У загальному випадку алгоритм навчання за МФСВ має такий структурований вигляд:

$$g_{\xi}^* = \langle \arg\{\max_{G_m^{\xi}} \{ \dots \{ \max_{G_m^2} \{ \max_{G_m^1} E_m \} \} \} \} \rangle, \quad m = \overline{1, M}, \quad (1)$$

де  $g_{\xi}^*$  - оптимальне значення параметра навчання, яке визначається в зовнішньому циклі ітераційної процедури пошуку глобального екстремуму КФЕ в робочій області його визначення,  $\xi = \overline{1, \Xi}$ ;  $G_m^1, G_m^2, \dots, G_m^{\xi}$  - області допустимих значень відповідних параметрів навчання,  $M$  – потужність алфавіту класів розпізнавання. Тут  $E_m$  значення КФЕ як інформаційної міри різноманітності між класом  $X_m^0$  та його найближчим класом сусідом.

Як критерії оптимізації параметрів навчання можуть використовуватися статистичні інформаційні міри. Наприклад, модифікація ентропійного критерію (за Шенноном) для двоальтернативної системи оцінок процесу навчання при рівномірних апіорних гіпотезах має вигляд:

$$E^{(k)} = 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{\alpha^{(k)}}{\alpha^{(k)} + D_2^{(k)}} \log_2 \frac{\alpha^{(k)}}{\alpha^{(k)} + D_2^{(k)}} + \frac{\beta^{(k)}}{\beta^{(k)} + D_1^{(k)}} \log_2 \frac{\beta^{(k)}}{\beta^{(k)} + D_1^{(k)}} + \frac{D_1^{(k)}}{\beta^{(k)} + D_1^{(k)}} \log_2 \frac{D_1^{(k)}}{\beta^{(k)} + D_1^{(k)}} + \frac{D_2^{(k)}}{\alpha^{(k)} + D_2^{(k)}} \log_2 \frac{D_2^{(k)}}{\alpha^{(k)} + D_2^{(k)}} \right) \quad (2)$$

де  $D_1^{(k)}$ ,  $D_2^{(k)}$ ,  $\alpha^{(k)}$ ,  $\beta^{(k)}$  - точнісні характеристики процесу навчання: перша та друга достовірності, помилки першого та другого роду відповідно, на  $k$ -му кроці навчання.

Розглянемо оптимізацію базового генотипного параметру навчання - системи контрольних допусків (СКД) на ознаки розпізнавання, при якій алгоритм навчання (1) набуває такого часткового вигляду:

$$\delta^* = \langle \arg \{ \max_{G_1^i} \{ \max_{G_m} E_m \} \} \rangle, \quad i = \overline{1, N}, \quad m = \overline{1, M}, \quad (3)$$

де  $G_1^{\delta_i}$  – область допустимих значень параметра поля базових контрольних допусків  $\delta_{k,i}$  для  $i$ -ї ознаки розпізнавання;  $N$  – потужність словника ознак розпізнавання.

Існує декілька можливих стратегій зміни поля допусків  $\delta_{k,i}$ , серед яких відзначимо дві основні: симетрична стратегія  $S_1$ , яка є виправданою, наприклад, за умови співпадання номінального значення  $A_0$  з центром розсіювання реалізацій образу і асиметрична стратегія  $S_2$ , яка має місце при неспівпаданні значення  $A_0$  з емпіричним центром розсіювання реалізацій. Оскільки центри розсіювання реалізацій різних класів відрізняються, в процесі оптимізації



контейнера базового класу  $\chi_1^0$  визначається базова система СКД. Параметри розсіювання інших не базових класів не враховуються, що призводить до зменшення ефективності використання СКД та необхідності розробки більш складних ресурсномістких і трудомістких алгоритмів оптимізації.

Вирішення такої проблеми можливо при введенні поняття базового класу для кожної ознаки. Як і для СКД в цілому алгоритми вибору базового класу для такого випадку ґрунтуються на широкому спектрі методів від повного перебору до випадкового пошуку. За мінімально-дистанційним принципом доцільно застосувати нескладний статистичний критерій, який використовує мінімум середнього квадратичного відхилення реалізації образу від номінального значення  $A_0$ . Даний критерій проводить корекцію номінального значення  $A_0$  для  $i$ -ї ознаки шляхом його перенесення в центр розсіювання реалізації, що максимально компактно подані для цієї ознаки. Ефект від такої процедури для словника ознак розпізнавання в цілому проявляється в збільшенні кодової відстані між центрами контейнерів класів на кожному кроці оптимізації СКД. Таким чином, задовольняється і максимально-дистанційний принцип ІЕІТ, що позитивно впливає і на функціональну ефективність системи розпізнавання в цілому.

Модифікацію стандартного паралельного алгоритму оптимізації СКД з застосуванням запропонованої корекції генотипних параметрів навчання успішно апробовано при розв'язанні задачі підвищення ефективності розпізнавання стаціонарних за яскравістю зображень.

1. Краснополюсовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань. – Суми: Видавництво СумДУ, 2004. – 261 с.

УДК 681.518:004.93.1

## **ОЦІНКА ОПЕРАТИВНОСТІ ГІБРИДНОГО АЛГОРИТМУ НАВЧАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

О.О. Дзюба, аспірант  
Сумський державний університет, Україна  
atamur@yandex.ru

Розвиток інтелектуальних технологій керування, що базуються на машинному навчанні, пов'язаний з розробленням ефективних методів багатопараметричної оптимізації параметрів функціонування. Одним із перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є використання методів інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІТ) синтезу систем підтримки прийняття рішень (СППР), що навчаються, яка добре зарекомендувала себе у вирішенні багатьох практичних задач [1].

Важливою частиною алгоритму навчання СППР у рамках ІЕІТ є оптимізація системи контрольних допусків (СКД) на ознаки розпізнавання. У рамках ІЕІТ основним алгоритмом оптимізації СКД є паралельно-послідовна оптимізація, при якій за паралельним алгоритмом визначається стартова СКД для послідовного. З іншого боку перспективним щодо ефективності та оперативності є гібридний алгоритм синтезу СППР у рамках ІЕІТ на основі генетичних алгоритмів [2], що дозволяє оптимізувати паралельно велику кількість параметрів функціонування системи. При цьому важливого практичного значення набуває оцінка оперативності гібридного алгоритму синтезу СППР у

порівнянні із паралельно-последовним алгоритмом оптимізації СКД.

Гібридний алгоритм оптимізації СКД полягає у визначенні випадковим чином нижнього та верхнього контрольних допусків на кожну ознаку розпізнавання. Оптимальний розв'язок визначається шляхом виконання операцій кросинговеру, мутації і природного добору впродовж поколінь. При цьому оптимізація допусків на кожну ознаку розпізнавання здійснюється незалежно від інших.

Моделювання роботи обох алгоритмів оптимізації СКД на ознаки розпізнавання проводилося для навчальних матриць двох штучно сгенерованих випадковим чином нечітких класів, що перетинаються, із потужністю простору ознак від 5 до 24. Оцінка оперативності відбувалося шляхом врахування відносного навантаження на базовий алгоритм оптимізації геометричних контейнерів класів розпізнавання, на якому базуються гібридний і паралельно-последовний алгоритми оптимізації СКД.

Аналіз результатів моделювання показав, що гібридний алгоритм синтезу СППР у рамках ІЕІТ має значно вищу оперативність у порівнянні із паралельно-последовним алгоритмом при забезпеченні прийнятної точності, що доводить переваги використання паралельного підходу до оптимізації параметрів функціонування.

1. Краснополюсовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування, що навчаються / А.С. Краснополюсовський – Суми: Видавництво СумДУ, 2003. – 264 с.
2. Довбиш А.С. Гібридний алгоритм оптимізації параметрів функціонування системи підтримки прийняття рішень, що навчається / А.С. Довбиш, О.О. Дзюба // Вісник Сумського державного університету. Технічні науки №2' 2008 – Суми: Видавництво СумДУ, 2008.– С. 70.

## **МЕТОД АДАПТИВНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В ЕЛЕКТРОННО-ОПТИЧНИХ СИСТЕМАХ**

А.М. Скаковська, ст. викладач  
Сумський державний університет, Україна  
sk\_alla@id.sumdu.edu.ua

Порівняльний аналіз методів відновлення електронно-оптичних зображень показав, що існуючі методи не дозволяють враховувати усіх факторів суб'єктивного управління такими системами, що є причиною високої ітеративності процесу навчання.

У рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології, що ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи в процесі її самонастроювання, розроблено метод адаптивного відновлення зображень в електронно-оптичних системах, який дозволяє підвищити ефективність функціонування систем розпізнавання шляхом класифікаційного настроювання електронно-оптичної системи без участі людини-оператора.

Синтез адаптивної системи відновлення електронно-оптичних зображень включає адаптацію вхідного математичного опису, категорійне моделювання, аналіз технічного стану електронно-оптичної системи, ітеративну процедуру відновлення зображення. На виході отримуємо адаптивну систему відновлення електронно-оптичних зображень, що самонастроюється. На рис.1 показано загальну схему методу адаптивного відновлення електронно-оптичних зображень, який дозволяє сформувати керуючі

впливи на функціональну ефективність електронно-оптичної системи розпізнавання із урахуванням досвіду експерта.

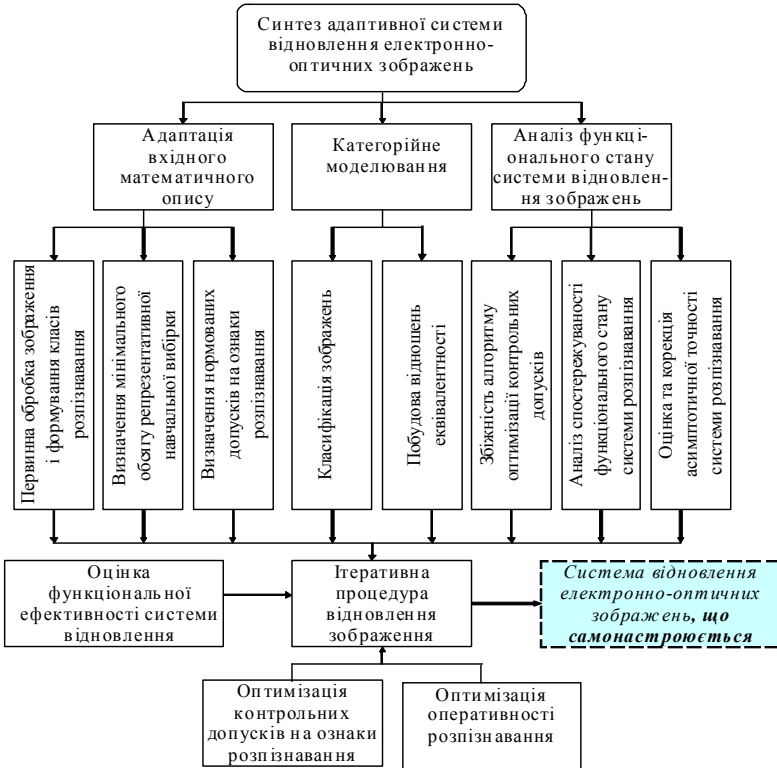


Рис 1. Структурна схема методу адаптивного відновлення зображень в електронно-оптичних системах

Адаптація вхідного математичного опису здійснюється за рахунок оптимізації параметрів функціонування електронно-оптичної системи та побудові оптимального розбиття простору ознак розпізнавання за класами еквівалентності.

Таким чином відбувається дослідження впливу вхідних змінних на вихідні, яке при класифікаційному

настроюванні електронно-оптичної системи дозволяє визначити обмеження на область варіювання управляючого параметру настроювання. Таким параметром для електронно-оптичної системи є струм в обмотці об'єктивної лінзи.

Розроблена функціонально-статистична модель відновлення електронно-оптичних зображень основана на оцінці інформаційної здатності електронно-оптичної системи розпізнавання і реалізується шляхом максимізації інформаційної міри різноманітності функціональних станів системи на кожному кроці навчання. Розробка такої моделі дозволила значно спростити синтез адаптивного відновлення зображень, оскільки вона є максимально наближеною до його системної реалізації. Моделювання інтелекту експерта і включення його методів мислення в контур управління електронно-оптичною системою розпізнавання дозволило урахувати суб'єктивні особливості дослідження та істотно зменшити кількість випробувань у процесі розпізнавання.

Аналіз функціонального стану системи полягає в дослідженні збіжності алгоритму оптимізації контрольних допусків на ознаки розпізнавання, спостережуваності функціонального стану електронно-оптичної системи та оцінці й корекції її асимптотичної точності.

Розроблений метод адаптивного відновлення зображень в електронно-оптичних системах дозволив зменшити час відновлення зображення досліджуваного зразка на 50 %.

1. Скаковская А.Н. Функционально-статистический метод управления растровым электронным микроскопом // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – Харків: НАКУ ім. М.С.Жуковського «ХАІ», 2007. – №2(21). –С.16-20.

УДК 681.518:004.93.1

**АЛГОРИТМ ОДЕРЖАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ МАТРИЦІ  
ПРИ ПОБУДОВІ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ  
МАГНІТОКАРДІОГРАМ**

С.С. Мартиненко, аспірант  
Сумський державний університет, Україна  
Наджафіан Мохаммед, аспірант  
МННЦ ІТiС НАНУ, Україна  
smart@unesco.sumdu.edu.ua

Спосіб формування ознак розпізнавання суттєво впливає на достовірність діагностування серцево-судинної системи в магнітокардіографії. Пропонується ознаки розпізнавання формувати як дискретні значення RGB-складових, одержаних при обробленні магнітокардіограм у полярній системі координат за формулою

$$\Theta_j = \frac{\sum_{i=1}^N \theta_i}{2\pi R},$$

де  $\Theta_j$  – числове значення спектру у  $j$ -му радіусі,  $j = \overline{0, R}$ ;  $\theta_i$  – значення кольорової складової у  $i$ -му пікселі;  $N$  – загальна кількість пікселів в  $j$ -му колі;  $R$  – радіус кола зчитування.

Дискретні значення спектрів яскравості для трьох RGB-складових утворюють вектор-реалізацію для відповідної магнітокардіограми, на основі яких формується навчальна матриця

При цьому оброблення у полярних координатах магнітокардіограм робить алгоритм їх розпізнавання інваріантним до зсуву, повороту і масштабу.

Як приклад на рис 1 показано спектр яскравості для зеленої RGB-компоненти для магнітокардіограми нормального стану серцево-судинної системи

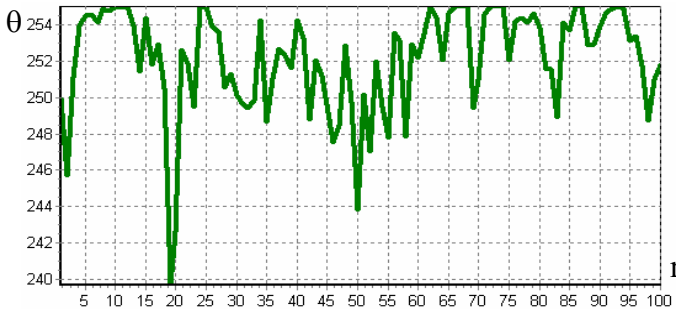


Рис. 1.

При обробленні у полярних координатах магнітокардіограм виникає проблема їх центрування. Тому запропоновано як центр кола зчитування використовувати центр ваги векторів магнітокардіограми.

$$\vec{r}_c = \frac{\sum_i \vec{r}_i l_i}{\sum_i l_i}$$

де  $r_c$  - радіус-вектор центра ваги;  $l_i$  - довжина вектора магнітокардіограми;  $r_i$  - радіус-вектор  $i$ -точки магнітокардіограми.

Розпізнавання магнітокардіограм за інформаційно-екстремальним алгоритмом при їх обробленні в полярних координатах дозволило підвищити достовірність у порівнянні з використанням геометричних ознак.



## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Н.І. Андрієнко, студент,  
Н.В. Тиркусова, к.ф.-м.н., доцент  
Сумський державний університет, Україна  
smart@unesco.sumdu.edu.ua

Бурхливий розвиток і вдосконалення композиційних матеріалів на основі політетрафторетилену (ПТФЕ) і всезростаюча потреба сучасних виробництв у них, настійно вимагають розвитку та автоматизації виробництва високоякісних фторопластових композитів із заданими технічними характеристиками.

Численні дослідження у галузі створення полімерних композиційних матеріалів на основі ПТФЕ переконливо довели правомірність застосування як наповнювачів ПТФЕ вуглецевих волокон різної природи.[1] Під час подрібнення вуглецевої тканини утворюються волокна різної довжини.

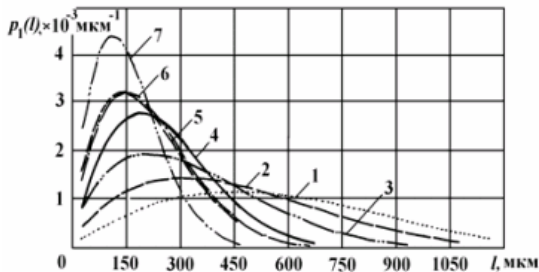


Рис. 1. Об'ємний розподіл Вейбулла за довжинами вуглецевого волокна.

Нехай дано вхідний математичний опис класифікатора у вигляді навчальної матриці цілих значень яскравості контурних зображень подрібнених вуглецевих волокон  $\|y_{m,i}^{(j)}\|$ ,  $m = \overline{1, M}$ ,  $i = \overline{1, N}$ ,  $j = \overline{1, n}$ , де  $M$ ,  $N$ ,  $n$  – кількість класів розпізнавання (зображень), ознак розпізнавання та випробувань відповідно. На етапі навчання необхідно знайти оптимальне в інформаційному розумінні розбиття простору ОР на класи розпізнавання і на етапі екзамену за результатами обмеженого числа випробувань у режимі функціонування СР прийняти високо достовірне рішення про належність вектора-реалізації образу, що розпізнається, до деякого класу з апріорно визначеного скінченного алфавіту класів розпізнавання  $\{X_m^*\}$ .

Багатовимірна навчальна матриця формувалася за допомогою дискретних значень кольорових складових кожного пікселя зображень подрібнених вуглецевих волокон. Алгоритм навчання СППР [2] у рамках ІЕІТ полягав в оптимізації геометричних параметрів гіперсферичних контейнерів класів розпізнавання.

1. Будник А.Ф., Будник О.А, Бурмістр М.В. Вплив та місце технологічних процесів підготовки наповнювачів і композиції у технології виробництва композитів на основі фторопласту-4.- Суми. «Вісник СумДУ. Технічні науки», №1'2007.
2. Краснопопосовський А. С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань. Суми: Видавництво СумДУ, 2004. 261 с

**НАВЧАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ  
КЕРУВАННЯ СЛАБОФОРМАЛІЗОВАНИМ  
ПРОЦЕСОМ БЕЗ ВЧИТЕЛЯ**

С.М. Котенко, аспірант  
Сумський державний університет, Україна

Актуальною проблемою сучасної теорії побудови інтелектуальних автоматизованих систем керування (АСК) є навчання за умови невідомого початкового розбиття простору ознак на класи розпізнавання - навчання без учителя.

Метою роботи є побудова безпомилкового класифікатора за алгоритмами кластер-аналізу, що дозволяє формувати класи розпізнавання за умов відсутності апіорного алфавіту класів, у рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІТ), що ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи шляхом введення в процесі її навчання додаткових інформаційних обмежень [1].

Розроблено інформаційне та програмне забезпечення АСК слабоформалізованим технологічним процесом, що формує апіорне розбиття простору ознак на класи розпізнавання за умов інформаційних та ресурсних обмежень. Досліджено ефективність функціонування АСК з апіорно нечіткими класифікованими багатовимірними навчальними матрицями, одержаними за ієрархічним та К-роздільчим алгоритмами кластер-аналізу [2,3]. При цьому з метою підвищення функціональної ефективності АСК, що навчається без учителя, розроблено інтегрований паралеле-

льно-послідовний алгоритм оптимізації контрольних допусків на ознаки розпізнавання у рамках ІЕІТ, з використанням навчальних матриць, сформованих за ієрархічним та К-розподільчим алгоритмами кластер-аналізу, що сприяло наближенню достовірності класифікатора до асимптотичної.

Розроблено систему, що функціонує в режимі кластер-аналізу, яка формує нові класи на базі виявлених спільних властивостей у відповідних груп векторів-реалізацій образів та формує апріорне розбиття простору ознак на класи розпізнавання для кожного етапу навчання АСК багатовимірною розподіленого в часу та просторі процесу виробництва сірчаної кислоти.

Таким чином, у результаті проведеної роботи було інтегровано класичні методи кластер-аналізу та алгоритм навчання з паралельно-послідовною оптимізацією контрольних допусків за ІЕІТ, що дозволило побудувати безпомилковий класифікатор та програмно реалізувати АСК процесу виробництва фосфорна кислоти, засновану на методах формування алфавіту класів та оптимізації геометричних параметрів розбиття простору ознак на класи розпізнавання.

1. А.С. Довбиш, С.М. Котенко Інформаційне та програмне забезпечення прогностичної адаптивної АСУТП виробництва складних мінеральних добрив // 2007
2. Clatworthy, J., Buick, D., Hankins, M., Weinman, J., & Horne, R. (2005). The use and reporting of cluster analysis in health psychology: A review. *British Journal of Health Psychology* 10: 329-358.
3. Cole, A. J. & Wishart, D. (1970). An improved algorithm for the Jardine-Sibson method of generating overlapping clusters. *The Computer Journal* 13(2):156-163.

**АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ**

В.О. Востоцький, асистент  
Сумський державний університет, Україна

Задача автоматичної класифікації є найбільш складною на етапі проектування та реалізації, проте саме цей підхід реалізує найбільш автономну роботу автоматичного керування. Підвищення ефективності та оперативності керування виробничими процесами органічно пов'язано із розробкою та впровадженням інтелектуальних інформаційних технологій, що базуються на ідеях і методах машинного навчання

Більшість сучасних алгоритмів класифікації розроблено для розв'язання модельних задач з вузькою спеціалізацією, що робить неможливим їх реалізацію та застосування до практичних задач керування за умов накладення гіпотези нечіткої компактності класів розпізнавання та функціонування в умовах невизначеності. При цьому, за [1], результати таксономії для більшості алгоритмів сильно залежать від фактичної структури кластерів, гіпотетично заданих простору, міри близькості та критерію оптимальності. Відповідно до [2] методи нечіткої кластеризації та модифіковані еволюційні алгоритми навчання не є чутливими до форми кластерів, що робить їх застосування найбільш бажаним для задач керування технологічними процесами, в котрих різним функціональним станам відповідає різна форма кластеру. В [3] реалізовано алгоритм навчання, котрий за умов повністю або частково визначеного алфавіту класів розпізнавання реалізує розбиття нечіткого простору ознак розпізнавання на чіткі класи еквівалентності. Крите-

рій функціональної ефективності (КФЕ) як критерій оптимальності навчання системи підтримки прийняття рішень є ентропійним логарифмічним функціоналом, що максимізує кількість інформації як достовірність правильного розпізнавання кожного класу. Перевагою даного методу є застосування інформаційного критерію навчання та можливість створювати будь яку форму контейнера класу розпізнавання в бінарному субпарацептуальному просторі ознак розпізнавання. Недоліком методів нечіткої кластеризації є відсутність чітко сформульованого критерію оптимальності. Недоліком геометричних методів кластер-аналізу є чутливість до метрики та форми кластерів, проте їм властиво ефективно визначення центрів розподілу кластерів. Можливість перетворення вихідного простору ознак розпізнавання у бінарний інформаційний простір дозволяє узагальнити гіпотезу компактності кластеру, котра є базовою в методах прямої кластеризації.

Реалізований алгоритм автоматичної класифікації поєднує в собі принцип пошуку центру розподілу кластеру, реалізований в дистанційних алгоритмах кластер-аналізу.

Алгоритм дозволяє сформувати нечітке розбиття простору ознак розпізнавання, сформувати контейнери створених класів розпізнавання та оцінити оптимальність розбиття інформаційним критерієм функціональної ефективності. Процес формування кластеру відбувається в бінарному субпарацептуальному просторі, за міру близькості обрано кодову відстань Хеммінга. Процес формування кластерів базується на принципі визначення центру кластера. Перша частина алгоритму дозволяє чітко виділяти центри кластерів, але частина реалізацій, що значно віддалена від центрів розподілу, не відноситься до жодного класу.

На етапі навчання системи підтримки прийняття рішень решта реалізацій додається до вже утворених класів розпізнавання за допомогою розрахунку функції належності до гіперсферичного контейнеру класу. В результаті отримано чітке розбиття класів розпізнавання. Задля підвищення достовірності прийняття рішень відбувалася оптимізація бінарного простору з метою збільшення оцінки узагальненого значення критерію функціональної ефективності. Оптимізація параметрів кластер-аналізу відбувалася за результатами навчання СППР та оцінки максимуму узагальненого КФЕ.

Такий підхід дозволив оптимізувати дистанційні критерії кластер-аналізу та вибір кількості класів розпізнавання, оскільки геометричні методи не дозволяють чітко встановити оптимальну кількість кластерів. В процесі реалізації алгоритму за вхідний математичний опис було обрано дані, отримані в процесі моніторингу технологічного процесу виробництва складних мінеральних добрив. Априорно сформовано 11 класів розпізнавання. За результатами навчання отримано оптимальні розбиття простору ознак на 4 та 11 класів розпізнавання. Максимальне значення нормованого узагальненого КФЕ дорівнює 0,82, що свідчить про значний перетин класів розпізнавання.

1. Мандель И. Д. Кластерный анализ. — М.: Финансы и статистика, 1988.
2. Штовба С.Д. Классификация объектов на основе нечеткого логического вывода.—М.:Телеком, 2007
3. Краснопоясовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально статистичних випробувань. Монографія. — Суми: Видавництво СумДУ, 2004

УДК 681.32

## **АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ КВАЗИРАВНОВЕСНЫХ КОДОВЫХ КОМБИНАЦИЙ**

И.А. Кулик, к.т.н.,  
Е.М. Скордина, аспирант,  
В.Н. Гапич, зав. лаб.

Сумский государственный университет, Украина

В.Б. Чередниченко, ст.препод.

СФ Харьковского университета внутренних дел, Украина

kulik@pe.sumdu.edu.ua

Для многих видов обработки информации оказываются эффективными методы, основанные на комбинаторных системах счисления. К таким системам относятся и двоичные биномиальные системы счисления. Исследование особенностей двоичных биномиальных систем счисления имеет определенный теоретический интерес, поскольку предоставляет возможность разрабатывать методы и алгоритмы генерирования различных комбинаторных конфигураций, что является весьма важной задачей в областях помехоустойчивого и экономичного кодирования.

Квазиравновесные коды представляют собой комбинации, в которых количество единиц может принимать несколько значений. С точки зрения своих свойств квазиравновесные комбинации имеют широкую перспективу применения в адаптивных системах передачи и шифрования данных. Следовательно, актуальной является задача разработки алгоритмов их формирования, отличающихся высоким быстродействием и малыми аппаратными затратами.



В работе предлагается алгоритм генерирования в лексикографическом порядке квазиравновесных комбинаций длины  $n - 1$ , параметрами  $k$  и  $k - 1$  на основе двоичных равномерных биномиальных чисел. Биномиальные числа согласно системам кодообразующих ограничений разбиваются на два непересекающихся класса, первый из которых содержит числа с  $k$  единицами и  $l$  нулями,  $0 \leq l \leq n - k - 1$ , а второй – числа с  $n - k$  нулями и  $q$  единицами,  $0 \leq q \leq k - 1$ . При этом биномиальные числа первого класса зачисляются единицей, а второго – нулем. Данная характерная особенность двоичных биномиальных чисел из двух классов используется в разработанном алгоритме для получения квазиравновесных кодовых комбинаций.

Таким образом, если биномиальное число относится к первому классу и заканчивается на двоичную единицу, то в соответствии с предлагаемым алгоритмом формирования достаточно дополнить неравномерные биномиальные числа нулями со стороны младших разрядов, пока их длина  $r$  не станет равной  $r_{\max} = n - 1$ . Если биномиальное число относится ко второму классу и заканчивается соответственно на двоичный ноль, то в этом случае необходимо дополнить биномиальное число единицами со стороны младших разрядов, пока их длина  $r$  также не станет равной  $r_{\max} = n - 1$ .

В результате анализа полученного алгоритма формирования квазиравновесных комбинаций на основе биномиальных чисел можно заключить, что алгоритм: 1) имеет достаточно простые операции и, следовательно, отличается высокой скоростью и сравнительно простой схемотехнической реализацией; 2) достаточно просто позволяет реализовать свойство адаптивности квазиравновесных кодовых комбинаций к состоянию канала передачи и требуемой степени защиты данных; 3) генерирует квазиравновесные комбинации в лексикографическом порядке.

УДК 510.5

## **БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ НОМЕРА РАВНОВЕСНОЙ КОМБИНАЦИИ**

И.А. Кулик, к.т.н.,  
С.В. Костель, аспирант,  
А.Е. Горячев, аспирант  
Сумский государственный университет, Украина

В большинстве цифровых устройств, работающих на основе равновесного кода, операция нахождения порядкового номера кодовой комбинации осуществляется при помощи суммирующего и вычитающего счетчиков. Но при большой длине равновесной комбинации перебор занимает длительное время. Поэтому актуальной является задача разработки быстродействующего алгоритма для вычисления номера равновесной кодовой комбинации.

Помимо перебора существует метод вычисления номера равновесной комбинации с помощью числовой функции. Для этого необходимо сначала перейти от равновесного кода к биномиальному коду, а затем произвести вычисление с помощью биномиальной числовой функции [1]. Суть вычисления состоит в нахождении и суммировании биномиальных коэффициентов с определенными параметрами. В результате вычисления получается порядковый номер биномиальной и равновесной кодовых комбинаций.

Быстродействующий и достаточно просто реализуемый метод расчета биномиальных коэффициентов описан в [2]. Вычисление реализуется при помощи последовательности элементов, полученных на основе рекуррентного разложения биномиальных коэффициентов. Для нахождения значения биномиального коэффициента  $C_n^k$  строится числовая последовательность, состоящая из  $n-k+1$  элементов. Начальная (нулевая) последова-

тельность заполняется единичными значениями. Элементы следующей первой последовательности получаются в процессе суммирования единиц нулевой, начиная с самой левой и до номера нового искомого элемента включительно. Аналогично будет получена вторая, третья и последующие последовательности. Всего необходимо построить  $k+1$  последовательностей. Последний элемент последней последовательности будет содержать значение искомого биномиального коэффициента  $C_n^k$ .

Алгоритм вычисления номера равновесной комбинации длиной  $n$  с количеством единиц  $k$  и количеством нулей  $m$  состоит из следующих операций:

1. Обнуление счетчика единиц  $k_i$ , счетчика нулей  $m_i$ , счетчика позиции  $n_i$  и значения номера  $N$ . Заполнение последовательности элементов длиной  $m+1$  единицами.

2. Считывание  $n_i$ -го бита из равновесной комбинации. Если значение бита равно нулю, то инкрементируется счетчик нулей  $m_i$ . Если значение бита равно единице, то инкрементируется счетчик единиц  $k_i$  и вычисляется новая  $k_i$ -я последовательность биномиальных коэффициентов.

3. Если счетчики  $m_i$  и  $k_i$  не равны нулю и если  $n_i$ -й бит равен единице, то прибавление к  $N$  содержимого  $(m_i-1)$ -го элемента  $k_i$ -й последовательности биномиальных коэффициентов.

4. Увеличение счетчика  $n_i$  на единицу. Если значение счетчика не достигло  $n$ , то необходимо перейти к п.2. В противном случае работа алгоритма считается завершенной, а значение порядкового номера содержится в  $N$ .

Представленный алгоритм содержит достаточно простые операции и для своей реализации не требует значительных аппаратно-программных затрат.

1. Борисенко А.А. Биномиальный счет. Теория и практика: Монография.-Сумы: ИТД "Университетская книга", 2004. - с.61-63;
2. Борисенко А.А. Введение в теорию биномиального счета: Монография.-Сумы: ИТД "Университетская книга", 2004. - с.30-34.

## СПОСІБ ШИФРУВАННЯ І ДЕШИФРУВАННЯ ДАНИХ

М.І. Заболотний, керівник відділу ТОВ "Ефективні рішення-Київ", Україна  
avr@sumdu.edu.ua

Переважно всі криптосистеми використовують множину простих чисел. Потужність множини простих чисел менша по відношенню до множини цілих чисел, а тим більш - дійсних чисел. Це примушує збільшувати довжину ключів з метою підвищення криптостійкості систем, що породжує проблеми генерації ключів та швидкості роботи алгоритму шифрування та дешифрування. Тому актуальною є задача розробки криптосистем, які використовують дійсні числа.

Пропонується система [1], в якій кожний символ повідомлення представляється в бінарному коді.  $i$ -му бінарному розряду ставиться у відповідність еталонна функція  $f_i(\tau(t)) \in R$   $i = \overline{1..m}$ , де  $m$  більше ніж кількість бінарних розрядів. Таким чином, зашифроване повідомлення має вигляд

$$f_0(t) = \sum_{i=1}^m a_i k_i f_i(\tau(t)), \quad (1)$$

де  $t \in R$  (в якості  $t$  може виступати місцеположення символу в повідомленні),  $a_i$  - значення  $i$ -го бінарного розряду (0 або 1),  $k_i$  - масштабний множник, значення якого генерується випадковим чином,  $\tau(t) \in R$  слугує для генерації

аргументів еталонних функцій з метою підвищення криптостійкості.

Розшифрування виконується за допомогою функцій непропорційності [2], які мають вигляд:

$$F_{oi}(t) = @d_{f_i(\tau(t))}^{(1)} f_0(t) = \frac{f_0(t)}{f_i(\tau(t))} - \frac{f_0'(t)}{f_i'(\tau(t))}, \quad (2)$$

де  $@d_{f_i(\tau(t))}^{(1)} f_0(t)$  - позначення непропорційності по похідній першого порядку функції  $f_0(t)$  по  $f_i(\tau(t))$ .

Функції непропорційності дозволяють розпізнати [3] які еталонні функції входять в суму (1) незалежно від невідомих значень  $k_i$  і таким чином розшифрувати повідомлення.

Завдяки запропонованому способу шифрування збільшується кількість можливих ключів, тим самим зростає стійкість системи при атаці методом підбору. Через більшу кількість можливих варіацій ключів спрощується їх вибір. Також шляхом використання разом з еталонними функціями випадкових коефіцієнтів, досягається те, що одне й те ж повідомлення, з однаковими ключами, кожного разу дає різну шифровку, що робить виявлення статистичних властивостей більш складним.

1. Авраменко В.В., Заболотний М. І. Патент України "Спосіб шифрування даних" №42957 від 27.07.09, МПК (2009) H04L 9/00.
2. Авраменко В.В. Характеристики непропор-циональности числовых функций и их применение. Деп. В ГНТБ Украины 19.01.98, N59- Ук98.
3. Авраменко В.В., Карпенко А.П. Распознавание фрагментов заданных эталонов в анализируемом сигнале с помощью функций непропорциональности, Вісник СумДУ, 2002.-№1(34).

УДК 621.391

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАСКИРОВАНИЯ  
АЛГЕБРАИЧЕСКИХ БЛОКОВЫХ КОДОВ С  
БЫСТРЫМ АЛГОРИТМОМ ДЕКОДИРОВАНИЯ  
ПОД СЛУЧАЙНЫЙ КОД**

А.П. Мельник

НЦ БП РВиА Сумского государственного университета, Украина,

В.И. Грабчак, к.т.н.

НЦ СВ Академии СВ им. Петра Сагайдачного, Украина

map1175@yandex.ru

Важными требованиями к телекоммуникационной системе специального назначения являются достоверность и конфиденциальность обрабатываемых и передаваемых данных. Авторами проведен анализ методов защиты информации, основанных на сведении задачи взлома ключевых данных к решению теоретико-сложностной задачи декодирования случайного кода. Показано, что их применение позволяет получить строгое математической обоснование криптографической стойкости и возможность, построить криптографическую систему с открытым ключом, также практическое использование криптографических систем на основе кодов позволяет реализовать комплексную защиту информации и обеспечить помимо информационной скрытности эффективный контроль возникающих ошибок. В свою очередь к основным недостаткам систем, относятся большие объемы ключевых данных и высокая сложность алгоритмов формирования и декодирования кодограмм.

Перспективным направлением их дальнейшего развития является исследование методов кодирования совместно с динамическим режимом изменения  $(n, k, d)$  пара-

метров алгебраических кодов, где в качестве кодов целесообразно рассматривать недвоичные коды БЧХ, в том числе недвоичные коды Гоппы, коды Рида-Соломона, а также алгеброгеометрические коды. Решение этой задачи позволит обеспечить требуемые показатели конфиденциальности передачи данных в телекоммуникационных системах. Одновременно достигается значительный энергетический выигрыш в зависимости от вида канала связи и метода кодирования. В связи с этим повышаются требования к выбору метода кодирования, использование которого предполагается в контуре динамического кодирования. Здесь важными характеристиками являются: ансамбль возможных параметров кода, смена которых приводит к изменению «тонкой» структуры кодового слова; спектр возможных длин  $N$ ; основание алфавита кода  $q$ ; вычислительная сложность алгоритма кодирования-декодирования; характер гарантированно исправляемых ошибок; корректирующие способности кода.

Представлены результаты исследования динамических схем защиты информации на кодах Рида-Соломона, которые строятся на длинах  $N=q-1$  в поле  $GF(q)$  по образующему полиному

$$G(x) = (x - \alpha^{j_0})(x - \alpha^{j_0+1}) \dots (x - \alpha^{j_0+d-2}),$$

где  $\alpha$  - примитивные элементы поля  $GF(q)$ ;  $j_0 = \overline{1, N}$  - произвольные элементы поля;  $d$  - кодовое расстояние или величина избыточности кода.

Изменение любого из параметров  $(N, \alpha, j_0, d)$  образующего полинома кода Рида-Соломона приводит к образованию нового смежного класса кода. В этом случае, если на приемной стороне не известен закон смены параметров  $GF(x)$ , то декодирование представляет собой сложную вычислительную задачу.

## РАСПОЗНАВАНИЕ ИСКАЖЕННОГО СИГНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВОЙСТВ НЕПРОПОРЦИОНАЛЬНОСТИ

А.А. Олешко, студент  
Сумский государственный университет, Украина  
lublusumdu@mail.ru

Предположим, что имеется недоступный для контроля пункт передачи неизвестной последовательности простых изображений, эталоны которых имеются в пункте приема. Передаваемые изображения могут быть частично искаженными или не полностью отображенными. Кроме того, сигналы, передающие информацию, искажаются в канале связи, характеристика которого описывается полиномом  $n$ -го порядка с неизвестными коэффициентами. Возникает задача распознавания переданного изображения по принятому искаженному сигналу и заданному множеству эталонов. Также необходимо определить, какие его фрагменты были искажены или не полностью воспроизведены в пункте передачи.

Такую задачу проще всего решить с использованием  $m$ -непропорциональностей. [1]

Эталоны и принятое изображение описываются в полярной системе координат. Начало координат размещается в левом нижнем углу рамки. Эталонные изображения описываются функциями  $R_j(\theta)$ , где  $j=1, 2, \dots, m$ ,  $m$  – количество элементов,  $R_j$  – радиус-вектор,  $\theta$  – угол в полярной системе координат.



На приемном конце будет получен набор искаженных значений функции  $R_0(\theta)$ , описываемый выражением

$$R_0(\theta) = a_n R_i^n(\theta) + a_{n-1} R_i^{n-1}(\theta) + \dots + a_1 R_i(\theta), \quad (1)$$

где  $i = 1, 2, \dots, m$ ,  $n$  считается заданным, а коэффициенты  $a_k$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ ) и номер эталона  $j$  – неизвестные. [1]

Для распознавания эталонного изображения, входящего в (1) используется  $m$ -непропорциональность  $R_0(\theta)$  по каждому из  $R_j(\theta)$ . То есть, её определение заключается в рекурсивном вычислении непропорциональностей  $R_0(\theta)$  по производной первого порядка  $R_j(\theta)$ . [1]

На каждом этапе производится сравнение найденной непропорциональности с нулем. В случае равенства нулю изображение считается распознанным.

Глубина рекурсии определяется максимально возможной степенью полинома, которую следует задавать.

Данный способ может быть использован, например, при передаче текстовой информации по линии, в которой имеет место сильное ослабление сигнала. Вследствие этого приемное устройство работает на нелинейном участке статической характеристики и поэтому вызывает искажение принятого сигнала.

1. Авраменко В.В. Характеристики числовых функций и их применение. — Деп. В ГНТБ Украины 19.01.1998, №59 – Ук 98.

УДК 004.93

## АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭТАЛОННОГО СИГНАЛА ПРИ НАЛИЧИИ АДДИТИВНОЙ ПОМЕХИ С ЧАСТИЧНО ПЕРЕКРЫВАЮЩИМИСЯ ЧАСТОТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

В. В. Авраменко, к.т.н., доцент,  
Ю. И. Прохненко, студент  
Сумский государственный университет, Украина  
yurkiss@gmail.com

Ставится задача распознавания эталонного сигнала, который входит в анализируемый сигнал вместе с аддитивной помехой. Частотные характеристики помехи и эталонного сигнала частично пересекаются. Однако неизвестно, на каких частотах и в какие моменты времени это происходит.

Формально задача имеет вид. Дано набор эталонных функций  $f_i(t)$ ,  $i=1,2,\dots,n$  и анализируемый сигнал

$$y(t) = cf_j(t) + \eta(t), \quad (1)$$

где  $\eta(t)$  - помеха;  $c$  - неизвестный масштабный множитель. Необходимо реализовать оперативное распознавание  $f_j(t)$ .

Для этого осуществляется текущее разложение в ряд Фурье анализируемого сигнала и каждого из эталонов на интервале  $[0 ; T_i]$ , на котором задана  $i$ -ая эталонная функция.

$$a_{ik}(t) = \frac{1}{T_i} \int_{t-T_i}^{T_i} y(\tau) \cos(k\omega_i\tau) d\tau; \quad (2)$$

$$b_{ik}(t) = \frac{1}{T_i} \int_{t-T_i}^{T_i} y(\tau) \sin(k\omega_i\tau) d\tau; \quad (3)$$

$$A_{ik}(t) = \sqrt{a_{ik}(t)^2 + b_{ik}(t)^2}, \quad (4)$$

где  $k = 0, 1, 2, \dots, q$

По условию хотя бы на одной  $m$ -ой гармонике эталона  $f_j(t)$  помеха отсутствует. Тогда для нее будет иметь место зависимость:

$$A_{jm}(t) = c \cdot A_{zjm} \quad (5)$$

Поскольку  $c$  в (5) неизвестно, предлагается использовать инвариантные к масштабному множителю функции непропорциональности [1]. Для решения данной задачи конкретно предлагается использовать интегральную [2] непропорциональность:

$$\textcircled{a} I^{(1)} \frac{A_j}{A_{zj}} = \frac{A_j[(m-1)\omega_j, t] + A_j[m\omega_j, t]}{A_{zj}[(m-1)\omega_j] + A_{zj}[m\omega_j]} - \frac{A_j[m\omega_j, t]}{A_{zj}[m\omega_j]} \quad (6)$$

Непропорциональность (6) равняется нулю для тех гармоник, для которых наблюдается пропорциональная связь между амплитудами спектральных разложений.

Запоминаются частоты  $m\omega_j$ , номер эталона  $j$  и текущее время  $t$ , для которых  $I = 0$ . На основании полученных данных делается вывод, что в момент времени  $t$  на частоте  $m\omega_j$  помеха отсутствует и в анализируемом сигнале распознается  $j$ -й эталон.

1. Авраменко В.В. Характеристики непропорциональности числовых функций и их применения при решении задач диагностики // Вісник Сумського державного університету. - 2000. - №16.
2. Карпенко А.П. Интегральные характеристики непропорциональности числовых функций и их применение в диагностике // Вісник Сумського державного університету. - 2000. - №16.

УДК 681.518:004.93.1

## ОДИН ІЗ СПОСОБІВ МІНІМІЗАЦІЇ ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ЗАДАЧАХ ДІАГНОСТИКИ

М.А. Слабко, аспірант  
Сумський державний університет, Україна

Таке завдання ґрунтоване на знаннях, опиті, вмінню та інтуїції дослідника та виконується шляхом „постулювання” потенційно важливих та корисних ознак. В цих умовах, як показує досвід вирішення прикладних задач, в початкову систему входить багато „дублюючих” и „шумлячих” ознак, котрі заважають при вирішенні задач, зокрема задач розпізнавання онкопатологій.

Нехай дана вхідна система ознак  $X = \{X_1, \dots, X_n\}$  представляючи реалізації  $x = (x_1, \dots, x_n)$ .

Вибір інформативної підсистеми ознак із початкової системи здійснюється за виміром величини оцінки ймовірності помилки, тобто

$$T_{OV} = \Phi\left(-\left(D^2 + \frac{(n_1 + n_2)(1-1)}{n_1 * n_2}\right) / \left[D^2 + \frac{(n_1 + n_2)(1-1)}{n_1 * n_2}\right]^{\frac{1}{2}}\right),$$

де  $D^2$  - відстань Махаланобиса.

$$\Phi(\epsilon) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\epsilon} \exp\left(-x^2/2\right) dx$$

Для обчислення значення  $\Phi(a)$  використана функція:

$$\Phi(\epsilon) = 1/2 [1 + \operatorname{erf}(a/\sqrt{2})]$$

Отримані інформативні підсистеми ознак використані для оптимізації діагностичних процедур.

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ  
ЕЛЕКТРОНОГРАМ**

К.В. Алтиннікова, аспірант  
Сумський державний університет, Україна  
meja13@mail.ru

Для аналізу структури речовини широко застосовується метод електроннографії, заснований на розсіянні прискорених електронів досліджуванним зразком у режимі мікродифракції.

На кафедрі інформатики Сумського державного університету розроблено інформаційне та програмне забезпечення системи розпізнавання електроннограм, одержаних на просвічуючому електронному мікроскопі ПЕМ-125 виробництва ВАТ «Selmi» (м.Суми, Україна). У рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технології) [1], що ґрунтується на максимізації інформаційної спроможності системи розпізнавання, було розроблено інформаційно-екстремальний ітераційний алгоритм навчання системи, структура якого складається з двох циклів. При цьому внутрішній цикл реалізує базовий алгоритм навчання, а зовнішній – паралельну оптимізацію контрольних допусків на ознаки розпізнавання. Основною задачею базового алгоритму навчання є пошук глобального максимуму інформаційного критерію функціональної ефективності (КФЕ) в робочій (допустимій) області визначення його функції. Як КФЕ використовувалась модифікація інформаційної міри Кульбака, в якій розглядається відношення правдоподібності у вигляді логарифмічного відношення повної ймовірності правильного прийняття рі-

шень  $P_t$  до повної ймовірності помилкового прийняття рішення  $P_f$ . Робоча формула міри кульбака для рівно ймовірних гіпотез має вигляд:

$$E_m = \log_2 \frac{P_{t,m}}{P_{f,m}} * [P_{t,m} - P_{f,m}] = \left| \begin{matrix} P_{t,m} = 0,5D_{1,m} + 0,5D_{2,m} \\ P_{f,m} = 0,5\alpha_m + 0,5\beta_m \end{matrix} \right| =$$

$$= \frac{1}{2} \log_2 \left( \frac{D_1 + D_2}{\alpha + \beta} \right) [(D_1 + D_2) - (\alpha + \beta)] = \log_2 \left( \frac{2 - (\alpha + \beta)}{\alpha + \beta} \right) [2 - (\alpha + \beta)],$$

де  $D_{1,m}, D_{2,m}, \alpha_m, \beta_m$  – точнісні характеристики: перша і друга достовірності, помилки першого та другого роду відповідно.

На рис.1 показано графік залежності КФЕ за Кульбаком для електронограм типу текстур (клас  $X_1^o$ ) при реалізації базового алгоритму навчання, де світла ділянка позначає робочу область визначення функції критерію.

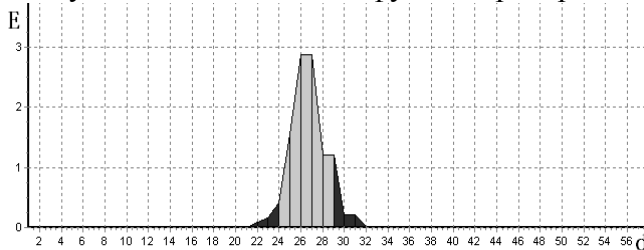


Рис. 1. Графік залежності КФЕ від радіусу контейнера для класу  $X_1^o$

Аналіз рис. 1 показує, що максимальне значення КФЕ для класу текстур становить 2.88 при значенні радіусу контейнера  $d = 26$ . При цьому точнісні характеристики мають такі значення: перша достовірність  $D1=0.83$ , друга достовірність  $D2=0.9$ .

З метою підвищення достовірності розпізнавання електронограм було використано алгоритм паралельної оптимізації системи контрольних допусків.

$$\delta^* = \arg \max_{G_\delta} \{ \max_{G_E} E \}, \quad (1)$$

де –  $E$  значення параметра поля контрольних допусків для  $i$ -ї ознаки,  $\delta_{K,i}^*$  – оптимальне значення поля контрольних допусків для  $i$ -ї ознаки.

Після проведення оптимізації поля контрольних допусків графік залежності КФЕ від радіусу контейнера має вигляд, зображений на рис. 2.

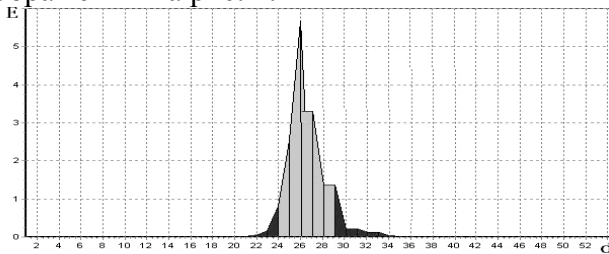


Рис. 2. Графік залежності КФЕ від радіусу контейнера для класу  $X_1^o$  після проведення оптимізації контрольних допусків

Аналіз рис. 2 показує, що максимум значення КФЕ дорівнює 5.68. Точнісні характеристики мають наступні значення: перша достовірність  $D1=0.96$ , друга достовірність  $D2=1$ . У порівнянні з відповідними значеннями до оптимізації параметра поля контрольних допусків точнісні характеристики покращилися, тобто проведення оптимізації було доцільним.

1. Краснополюсовський А. С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування. Суми: Видавництво СумДУ, 2004. 261 с.

## **СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЯ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ СУСПІЛЬСТВІ**

А.С. Довбиш, д.т.н., професор  
Сумський державний університет, Україна  
kras@id.sumdu.edu.ua

Ефективним каталізатором розвитку інтелектуальних технологій стала остання глобальна світова криза, яка набуває перманентного характеру і пов'язана не тільки з перевиробництвом і недоліками сучасної некерованої фінансової сфери, а головним чином з гострим дефіцитом інтелектуальних технологій. Зараз всім зрозуміло, що без інтелектуальної складової жодний складний виріб, технологічний або інший процес є неконкурентноспроможним. Особливо наочно цей факт відслідковується в таких базових галузях економіки як металургія, хімія, харчова промисловість і біотехнології, де використовується сировина і матеріали природного походження, для яких відсутній через технічні ускладнення неперервний вхідний контроль. Це призводить до довільних початкових умов і впливу неконтрольованих факторів, що обумовлює апріорну невідзначеність керованого технологічного процесу. Крім того, стримуючим фактором широкого впровадження інтелектуальних СППР, що функціонують у режимі класифікаційного керування, є ігнорування перетину класів розпізнавання, що має місце у практичних задачах керування.

Основним перспективним шляхом усунення цих недоліків є надання АСК, у склад якої інтегровано інтелектуальну СППР, властивості адаптивності на основі машин-



ного навчання (самонавчання). З цією метою у Сумському державному університеті створено інформаційно-екстремальну інтелектуальну технологію (ІЕІ-технологія), аналіза і синтеза СППР, що навчаються [1,2].

Основна ідея машинного навчання у рамках ІЕІ-технології полягає в трансформації апріорного нечіткого розбиття простору ознак у чітке розбиття класів еквівалентності шляхом ітераційної оптимізації просторово-часових параметрів функціонування СППР. При цьому здійснюється цілеспрямований пошук глобального максимуму багато екстремальної функції статистичного інформаційного критерію функціональної ефективності (КФЕ) у робочій (допустимій) області її визначення й одночасного відновлення у радіальному базисі бінарного простору ознак розпізнавання оптимальних роздільних гіперповерхней – контейнерів класів розпізнавання. При цьому відмінністю методів ІЕІ-технології від інших є цілеспрямована зміна значень ознак розпізнавання в процесі навчання, що дозволяє будувати безпомилкові за навчальною та контрольною матрицями вирішальні правила.

У загальному випадку розбиття простору ознак на класи розпізнавання  $\{X_m^o \mid m = \overline{1, M}\}$  є нечітким розбиттям  $\tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}$ , яке відповідає умовам

$$\begin{aligned} & (\forall X_m^o \in \tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}) [X_m^o \neq \emptyset]; \\ & (\exists X_k^o \in \tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}) (\exists X_l^o \in \tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}) [X_k^o \neq X_l^o \rightarrow X_k^o \cap X_l^o \neq \emptyset]; \\ & (\forall X_k^o \in \tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}) (\forall X_l^o \in \tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}) [X_k^o \neq X_l^o \rightarrow \text{Ker}X_k^o \cap \text{Ker}X_l^o = \emptyset]; \\ & \bigcup_{X_m^o \in \tilde{\mathfrak{R}}} X_m^o \subseteq \Omega_B; \quad k \neq l; \quad k, l, m = \overline{1, M} . \end{aligned} \quad (1)$$

У бінарному просторі ознак  $\Omega$  формою оптимального контейнера класу розпізнавання є

гіперпаралелепіед. З метою узагальнення та зручності побудови такого контейнера припустимо існування “псевдогіперсфери”, яка описує гіперпаралелепіед, тобто містить усі його вершини. За ІЕІ-технологією відновлення оптимального контейнера в радіальному базисі здійснюється шляхом його цілеспрямованої послідовної трансформації в гіперсферичний габарит, радіус  $d_m$  якого цілеспрямовано збільшується на кожному кроці навчання. Нехай класи  $X_k^o$  і  $X_l^o$  є “найближчими сусідами”, тобто мають серед усіх класів найменшу міжцентрову відстань  $d(x_k \oplus x_l)$ , де  $x_k, x_l$  – еталонні вектори відповідних класів. Тоді за ІЕІ-технологією з метою запобігання “поглинання” одним класом ядра іншого класу умови (1) доповнюються предикатним виразом:

$$\begin{aligned} & (\forall X_k^o \in \tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}) (\forall X_l^o \in \tilde{\mathfrak{R}}^{|M|}) [X_k^o \neq X_l^o \rightarrow (d_k^* < d(x_k \oplus x_l)) \& \\ & \& (d_l^* < d(x_k \oplus x_l))], \end{aligned} \quad (2)$$

де  $d_k^*, d_l^*$  – оптимальні радіуси контейнерів класів  $X_k^o$  і  $X_l^o$  відповідно.

Алгоритм навчання полягає в реалізації багатоциклічної ітераційної процедури оптимізації структурованих просторово-часових параметрів функціонування СППР шляхом пошуку глобального максимуму усередненого за алфавітом  $\{X_m^o\}$  значення КФЕ навчання.

Нехай вектор параметрів функціонування СППР у загальному випадку має структуру

$$g = \langle g_1, \dots, g_{\xi_1}, \dots, g_{\Xi_1}, f_1, \dots, f_{\xi_2}, \dots, f_{\Xi_2} \rangle, \Xi_1 + \Xi_2 = \Xi, \quad (3)$$

де  $\langle g_1, \dots, g_{\xi_1}, \dots, g_{\Xi_1} \rangle$  – генотипні параметри функціонування, які впливають на параметри розподілу реалізацій образу;  $\langle f_1, \dots, f_{\xi_2}, \dots, f_{\Xi_2} \rangle$  – фенотипні параметри функціонування, які прямо впливають на геометрію контейнерів класів розпізнавання.

Представимо тестовий алгоритм навчання за ІЕІ-технологією для загального випадку ( $M > 2$ ) як ієрархічну ітераційну процедуру оптимізації структурованих просторово-часових параметрів (3) функціонування СППР:

$$\begin{aligned} & (\forall g_{\xi_1} \in g) (\forall f_{\xi_2} \in g) (\exists g_{\xi_1} \in G_{\xi_1}) \{ \text{if } E^* = \max_{G_E} \bar{E} \text{ then} \\ & g_{\xi_1}^* = \arg \langle [ \max_{G_1} \dots [ \max_{G_1} [ \max_{F_{\xi_2}} [ \dots [ \max_{F_1} \bar{E} ] \dots ] ] ] \dots \rangle \text{ else} \\ & (\text{if } \xi_1 \leq \Xi_1 \text{ then } \xi_1 = \xi_1 + 1 \text{ else STOP} \} , \xi_1 = \bar{1}, \Xi_1, \xi_2 = \bar{1}, \Xi_2, \end{aligned}$$

де  $G_{\xi_1}, \dots, G_1$  – області допустимих значень відповідних генотипних параметрів навчання;  $\bar{E}$  – усереднене значення КФЕ навчання СППР;  $G_E$  – область значень функції інформаційного КФЕ навчання;  $g_{\xi_1}^*$  – оптимальне значення параметра навчання, яке визначається у зовнішньому циклі ітераційної процедури оптимізації;  $F_{\xi_2}, \dots, F_1$  – області допустимих значень відповідних фенотипних параметрів навчання.

На рис.1, як приклад, показано зміну ентропійного КФЕ у процесі оптимізації генотипних параметрів функціонування СППР – контрольних допусків на ознаки розпізнавання.

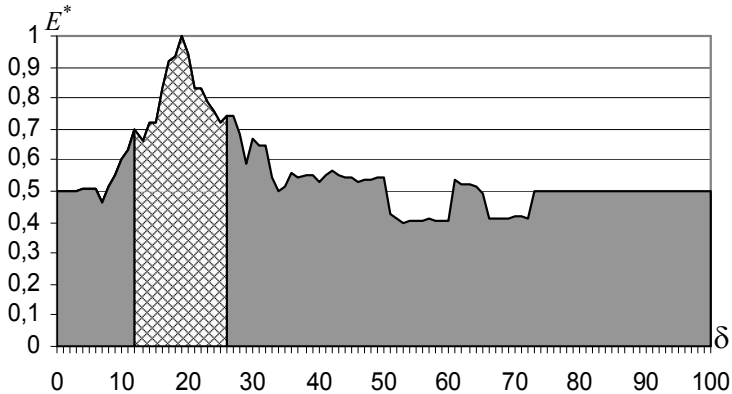


Рис.1

Аналіз рис. 1 показує, що оптимальне значення параметра поля контрольних допусків дорівнює  $\delta^* = \pm 19$  (у відносних одиницях), яке відповідає максимальному значенню КФЕ  $\bar{E} = 1,0$  у робочій (заштрихованій) області визначення функції критерію.

Таким чином, в методах ІЕІ-технології відповідно до принципу відкладених рішень процес побудови вирішальних правил полягає в ітераційному наближенні глобального значення інформаційного КФЕ навчання СППР до його максимального граничного значення.

1. Краснополюсовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань.— Суми: Видавництво СумДУ, 2004.—261 с.

2. Довбиш А.С. Основи проектування інтелектуальних систем: Навчальний посібник.— Суми: Видавництво СумДУ, 2009.—171 с.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

В.И. Аверченков, д.т.н.,

Т.Р. Гайнулин, к.т.н.,

О.М. Голембиовская, аспирант

Брянский государственный технический университет, Россия

kts@tu-bryansk.ru

В настоящее время персональные данные обрабатываются как в традиционном виде, так и в автоматизированных системах. Нецелевое обращение с ПДн, а также их потеря может нанести непоправимый вред их обладателю и скомпрометировать его репутацию. Если вопросы защиты традиционной обработки ПДн в настоящее время решены, то для выработки решений по защите персональных данных в автоматизированных системах РФ в 2001 году был подписан Федеральный закон от 19 декабря 2005 г. N 160-ФЗ «О ратификации Конвенции Совета Европы о защите физических лиц при автоматизированной обработке персональных данных». Следующим этапом был принят Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2006 г. N 152-ФЗ «О персональных данных», исполнение которого с 1 января 2010 года обязательно для всех субъектов РФ. Выполнений требований по защите ПДн в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2007 г. № 781 об утверждении «Положения об обеспечении безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» необходимо выполнить ряд мероприятий:

1. Провести инвентаризацию ИР, обрабатываемых в ИС, и определить перечень ПДн;
2. Урегулировать правовые вопросы обработки (использования) ПДн (уточнение правовых оснований обработки ПДн, получение согласия субъектов на обработку, пересмотр (при необходимости) договоров с субъектами, установление сроков обработки ПДн и др.);
3. Оформить и направить в территориальный орган уполномоченного органа по защите прав субъектов ПДн уведомление об обработке ПДн;
4. Провести классификацию ИС с оформлением соответствующего акта;
5. Разработать модель угроз (на основании результатов обследования ИС);
6. Получить (при необходимости) лицензию на деятельность по ТЗИ (согласно постановлению Правительства РФ 2006 г. № 504);
7. Определить требования по защите ПДн при их обработке в ИС ПДн в соответствии с присвоенным классом и результатами моделирования;
8. Осуществить проектирование СОБИ;
9. Реализовать проект на создание СОБИ;
10. Провести оценку соответствия ИС ПДн требованиям безопасности согласно присвоенному классу.
11. Организовать эксплуатацию ИС в соответствии с требованиями безопасности и контроль соблюдения условий использования СЗИ.

Выполнение данных мероприятий является трудоемким, долгосрочным и дорогостоящим процессом, требующим наличие квалифицированных специалистов, вы-

деленного помещения и защищенной автоматизированной системы, а также наличие специализированной лицензии. Основным способом решения данной проблемы является использование услуг сторонних организаций. Однако сама цель таких организаций является получение максимальной прибыли. А значит оператор ПДн понесет дополнительные материальные затраты. Выходом из сложившейся ситуации является оптимизация системы обработки ПДн, которую возможно выполнить следующими методами:

- Оптимизация категорий обрабатываемых ПДн.
- Оптимизация структуры ИСПДн и процессов обработки ПДн. В том числе локализация ПДн в защищённом сегменте ИСПДн, разделение ИСПДн на сегменты разных классов.
- Проведение обоснованной классификации ИСПДн.
- Правильное моделирование угроз безопасности ПДн.
- Оптимизация состава применяемых организационных и технических мер обеспечения безопасности ПДн.
- Унификация состава применяемых СЗИ.
- Другие меры, определяемые на основании результатов обследования ИСПДн.

Выполнение данных мер поможет оператору ПДн оптимизировать затраты на обработку данных, а также сэкономить время приведения всех ИСПДн, обрабатывающих персональные данные в соответствии с требованиям закона.

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ  
ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ  
ПРОЕКТИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ЧЕЛОВЕКО-  
МАШИННЫХ СИСТЕМ**

Е.А. Лавров, д.т.н., профессор

НУБиП, Украина

Н.Л. Барченко

Сумский национальный аграрный университет, Украина

**Введение.** Автоматизированные процедуры эргономического проектирования реализуются при наличии алгоритмов, представленных в виде компьютерных программ, а также при наличии необходимого информационного обеспечения в виде банка эргономических данных.

**Проблема.** Данный подход имеет ряд ограничений: невозможность учёта индивидуальных особенностей операторов, а также возможных изменений в их поведении; отсутствие единой стандартизированной системы хранения и анализа собранных эргономических данных и, как следствие, проблема исходных данных для оценки алгоритмов деятельности.

**Результаты.** Одним из рациональных подходов к устранению данных ограничений является подход, ориентированный на интеграцию связанных информационных технологий: технологии построения многомерных хранилищ данных (ХД), их оперативной обработки (OLAP-технология) и технологии интеллектуального анализа данных.

Все необходимые для анализа данные извлекаются из разнородных баз данных (в основном, реляционных),



преобразуются и затем помещаются (или погружаются) в один источник данных – ХД (рис.1).

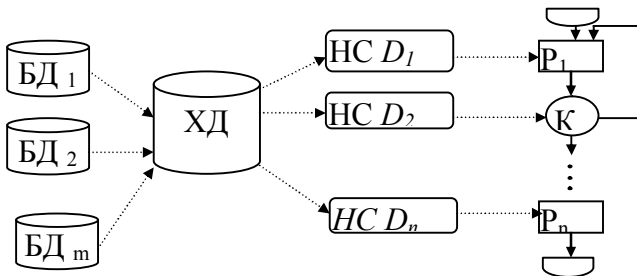


Рис.1. Обеспечение функциональной сети исходными данными  
(НС - нейронная сеть, БД - база данных)

Использование технологии интеллектуального анализа позволяет получать ответы на такие вопросы:

- какими должны быть параметры оператора для безошибочного выполнения определенной операции;
- прогноз качества выполнения операции при изменении параметров оператора и среды [1] ;
- какой алгоритм обучения будет наиболее рациональным для данного оператора и др.

Интеллектуальные технологии представляют собой мощный инструмент, который позволяют выполнять ряд таких процедур как генерация вариантов, выполнение оценочных и оптимизационных расчетов, моделирование поведения человека и функционирование как простых, так и сложных систем «человек-техника» с возможностью учёта большого числа влияющих факторов и др., и может оказать существенную помощь проектировщику при создании человеко-машинных систем.

1. Lavrov E., Barchenko N., Pasko N. Conception of Neural-Functional networks for Human-Machine Interaction modelling// Materials International Scientific Conference “UNITECH ‘07” - Gabrovo: University Publishing House “V.APRILOV”, 2007. – Т. 3. - P.p 183-185

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В БАНКІВСЬКІЙ СФЕРІ**

О.П. Степаненко, к.е.н., докторант  
ДВНЗ “Київський національний економічний університет  
ім. В. Гетьмана”, Україна  
olga\_stepanenko@gala.net

В сучасних умовах швидкого розвитку інформаційних технологій і тенденцій глобалізації, що стосуються всіх сфер діяльності людини, в тому числі й банківської сфери, інформаційні технології відіграють все більш значущу роль. Використання сучасних інформаційних систем надають організаціям зручні засоби для ефективного забезпечення різноманітних типів зв'язків для швидкого збору, реєстрації та актуалізації інформації, проведення багатовимірного аналізу для оброблення даних і підтримки прийняття ефективних управлінських рішень. Особливо важливим застосування прогресивних інформаційних технологій є в банківських і фінансових установах, де створені на їх основі інформаційні системи дозволяють істотно підвищити конкурентоспроможність цих організацій за рахунок забезпечення ефективної роботи з інформацією, а також створення гнучких організаційних механізмів роботи таких установ з погляду планування оцінки і моніторингу фінансової діяльності. Навіть за умов глобальної фінансової кризи необхідність впровадження сучасних інформаційних систем в банківських установах не лише не втрачає своєї актуальності, а ще більш загострюється, оскільки лише ефективна робота з інформацією може відновити

процеси функціонування банків, забезпечити сталий розвиток і надати їм конкурентних переваг.

Серед інформаційних систем, що сьогодні пропонуються для банківських установ, найбільш привабливими є інформаційні системи, що використовують засоби штучного інтелекту (експертні системи, системи візуалізації, системи з навчання, оброблення природною мовою, роботи, програмні агенти, нейромережі, апаратні засоби штучного інтелекту тощо). Такі системи орієнтовані на використання знань і проєктуються не під рішення певних проблемних ситуацій, а надають обчислювальні і комунікаційні засоби і потужності, які можуть бути використані для прийняття управлінських рішень будь-якої складності.

Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень (ІСППР) допомагають банку в досягненні цілей, поставлених при довгостроковому інвестуванні, здійснюють довгострокове прогнозування фінансового стану банку. На управлінському рівні ІСППР допомагають керівникам бачити цілісну картину і контролювати фінансові ресурси банку. Бази знань надають користувачам аналітичні інструменти для отримання максимального прибутку від здійснення банківських операцій

Отже, ІСППР в банківській сфері дозволяють приймати оптимальні стратегічні рішення, орієнтовані на досягнення конкретних результатів, дозволяють пов'язати стратегічні управлінські рішення з оперативним управлінням банком, забезпечують взаємозв'язок між факторами, які вплинули на отримання стратегічного управлінського рішення та цілями діяльності банку, мінімізують ризики, пов'язані з наслідками прийнятих стратегічних управлінських рішень. Тому питання розроблення й впровадження ІСППР в банківській сфері є актуальними та своєчасними.

## **КЛЕТОЧНАЯ МОДЕЛЬ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ**

В.В. Сайко, к.т.н., доцент  
Институт предпринимательства «Стратегия»,  
saiko@strategy.edu.ua

Компьютерные обучающие игровые программы все более широко используются при изучении экономических и управленческих дисциплин. Главным условием реалистичности бизнес-игры считают адекватную модель спроса, согласующуюся с экономической теорией. Стандартная математическая постановка для игрового моделирования обычно приводит к разработке строго детерминированных прогнозных моделей, позволяющих рассчитать объем реализации виртуальной кампании на основе данных, отражающих распределение ресурсов.

В основу разработанной автором программы положена идея клеточных автоматов. Виртуальное население города представлено в виде самоорганизующейся динамической системы, состоящей из отдельных индивидуумов, наделенных определенными особенностями потребления в зависимости от пола, возраста и уровня дохода. В городе возможно создание торговых предприятий, реализующих товары различных сфер потребления. Любое решение игрока, связанное с рекламой, ценовой политикой, управлением

ассортиментом, и т.д., приводит к адекватной реакции со стороны рынка. Виртуальный потребитель «голосует» деньгами.

Такой подход исключил необходимость рассчитывать результаты хозяйственной деятельности предприятия. Вместо этого они регистрируются как результат автономного поведения целевого рынка. Именно поэтому оказалось возможным получать данные мгновенных «маркетинговых опросов», т.е. изучать статистические закономерности в потребительском поведении, помогающие пользователю отследить результативность своих управленческих решений.

Время в системе дискретно и состоит из 72 декад, т. е. двух финансовых лет. Каждую декаду пользователь запускает самостоятельно - после того, как примет все необходимые управленческие решения. Для достижения максимального эффекта вся информация, необходимая для принятия решений, представлена в графическом виде. Тем не менее, результаты деятельности предприятия за два финансовых года сохраняются в виде таблиц, содержащих необходимые данные для последующего подробного анализа.

Одним из преимуществ предлагаемого подхода является возможность оценить деятельность предприятия в терминах степени реализации его рыночного потенциала.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ВИДЕОСИГНАЛОВ**

Хуссейн М. Ватик, аспирант  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина  
asokolov@xai.edu.ua

Современные системы управления динамическими объектами оснащаются все более разнообразными сенсорами, среди которых видеосистемы занимают одно из первых мест.

Обработка видеопотока, получаемого из установленной на объекте видеосистемы, предполагает дискретизацию видеосигнала на фиксированное множество изображений, каждое из которых несет определенную информацию о пространственном положении объекта и параметрах внешней среды.

Актуальной представляется разработка методов расчета траектории движения объекта на основе слежения за специальными так называемыми сигнальными объектами (СО), расположенными в пространственной среде.

Предлагается задача определения параметров движения рассматривать как многократное решение задачи определения пространственного движения на основе анализа двух последовательных кадров видеопотока.

Наряду с задачей расчета параметров движения важной является разработка эффективных по быстродействию методов предварительной обработки изображения, с

целью обнаружения на нем координат сигнальных объектов.

Обработка текущего кадра видеопотока предполагает выполнение набора операций: преобразование снимка в черно-белый формат, выделение контуров сигнальных объектов и передачу полученных координат в блок расчета пространственных параметров объекта.

Положение геометрического центра СО – необходимая, но не единственная характеристика. Часто необходимо оценить ориентацию СО, то есть ось, вдоль которой вытянут объект. Обычно выбирают ось минимального второго момента. Она представляет собой двумерный аналог оси наименьшей инерции.

В пакете обработки изображений Image Processing Toolbox системы MATLAB операции выделения края реализуются с помощью функции `edge`. Одним из наиболее эффективных методов выделения границ является метод Канни.

Слабые границы отмечаются в результирующем изображении только тогда, когда они соединены с сильными. Для зашумленных изображений данный метод обеспечивает наилучшее обнаружение границ по сравнению с остальными методами, но требует существенно большего времени.

При выделении границ для оценки качества вводятся дополнительные элементы – углы, пятна и ребра. Качество границы определяется четкостью определения этих элементов.

Следующим этапом работы является синтез системы управления объектом, параметры движения которого определяются на основе обработки видеоданных.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТРАТЕГИИ СИМУЛЯЦИИ ОТЖИГА В ДИАГНОСТИКЕ ЦИФРОВЫХ СХЕМ

Д.Е. Иванов, к.т.н.  
ИПММ НАНУ, Украина  
Р. Зуауи, аспирант  
ДонНТУ, Украина  
ivanov@iamm.ac.donetsk.ua

Задачи построения диагностических последовательностей является одной из центральных при проектировании цифровых схем. Это связано с постоянным ростом сложности схем. Эффективность структурных методов [1] резко падает при современном росте сложности проектов. Это заставляет искать новые нетрадиционные методы решения таких задач. Многие задачи данного типа для схем больших размеров успешно решались с помощью генетических алгоритмов [2].

В последнее время стал проявляться интерес к алгоритму симуляции отжига (СО), который был предложен для нахождения состояний группы атомов остывающего слитка. Отсюда была заимствована терминология. Как оптимизационный подход он был разработан в [3].

Укрупнённо алгоритм симуляции отжига можно представить в следующем виде.

1. В начале работы формируется начальная конфигурация  $K_0$  и происходит вычисление её оценки  $C_0 = C(K_0)$ . Начальная конфигурация принимается в качестве текущей конфигурации  $K_i = K_0$ . Определя-



ется текущая начальная температура  $T_i = T_0$ . Далее итеративно вплоть до выполнения условия остановки выполняются следующие шаги.

2. Формируется некоторое окружение текущей конфигурации  $K_i$  с помощью операции возмущения.
3. Для всех конфигураций, входящих в окружение, вычисляется оценка и выбирается наилучшая конфигурация  $K_{\text{пром}}$ .
4. Вычисляется изменение функции стоимости:  
$$\Delta C_i = C(K_{\text{пром}}) - C(K_i).$$

5. Произведённые возмущением изменения либо принимаются, либо отвергаются: если изменение функции стоимости отрицательное, то промежуточная конфигурация заменяет текущую. В противном случае такая замена происходит на основании распределения Больцмана:

$$K_{i+1} = \begin{cases} K_{\text{пром}}, & \text{если } \Delta C_i < 0; \\ K_{\text{пром}} & \text{с вероятностью } P = \exp(-\Delta C_i / kT_i), \text{ если } \Delta C_i > 0; \end{cases}$$

где  $k$  - эвристическая константа.

Такой способ приёма изменений конфигурации позволяет при большей температуре чаще принимать плохие решения, чем отбрасывать их. При снижении температуры также снижается вероятность принятия худших решений.

6. Изменяется текущая температура:

$$T_{i+1} = \text{обновить}(T_i).$$

7. Переход к шагу 2.

Для оценки возможности применения стратегии СО к задачам технической диагностики, проводится её сравнение с ГА, что позволяет выделить следующие общие черты.

1. Обе стратегии разработаны для решения переборных задачи с NP-полным решением.

2. Предварительное решение генерируется случайным образом, после чего происходит его улучшение.
3. Для генерации новых решений используются модифицирующие операции: скрещивание и мутация в ГА, возмущение в СО.
4. Улучшение свойств происходит итеративно: формализм итераций в ГА и понижения температуры в СО.
5. Проблема кодирования решений в пространстве поиска и эффективной их оценки.
6. Большое количество эвристических параметров.

К преимуществам стратегии симуляции отжига следует отнести её простоту в сравнении с генетическими алгоритмами. Это связано с тем, что оптимизация проводится для одного потенциального решения. Таким образом, алгоритм лишён громоздкого механизма оценки и построения новых популяций. Программная реализация таких алгоритмов, естественно, будет проще.

Авторы уже применили данный подход к решению задач построения идентифицирующих последовательностей. При этом в сравнении с генетическими алгоритмами сохранены принципы кодирования решений и построения оценочных функций на основе моделирования работы цифровых схем.

Реализация предложенных алгоритмов показывает их высокую эффективность.

1. Ghosh, A., S. Devadas and A. R. Newton, "Sequential Logic Testing and Verification", Kluwer Academic Publishers.- 1992.- 214p.
2. Y.A. Skobtsov, D.E. Ivanov, V.Y. Skobtsov, R. Ubar, J.Raik Evolutionary Approach to Test Generation for Functional BIST // 10 European Test Symposium. Informal Digest of Papers.- May 22-25, 2005. Digest of Papers.- pp.151-155.
3. S. Kirkpatrick, C.D. Gelatt, M.P. Vecchi, "Optimization by simulating annealing", Science, 220, pp.671-680, 1983.

**МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПИСАНИЯ  
РАБОТЫ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА ПО  
ИЗГОТОВЛЕНИЮ ЕДИНИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

С.В. Таран, аспирант

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
Украина  
taransveta@yandex.ru

Планирование работы механического цеха является сложным этапом для машиностроительных предприятий с единичным типом производства, где нет закрепления деталей по оборудованию в отличие от массового производства.

Ставится задача формирования оптимального расписания работы оборудования и графика выполнения цеховых заказов для повышения эффективности производственного процесса (ПП) цеха. Оптимальный план производства находят с помощью математических методов, методов эволюционного программирования, эвристических алгоритмов. Однако эти подходы не позволяют в полной мере учесть все ограничения и особенности ПП, а также влияние стохастических факторов.

Предлагается комплексная модель, позволяющая оптимизировать ПП выполнения заказов на основе параллельно решаемых задач распределения деталей по оборудованию и определения порядка запуска деталей в обработку с учетом влияния стохастических факторов.

Классифицированы основные факторы назначения оборудования для обработки деталей, которые зависят от параметров заготовки, характеристик станка и непосредственно самого процесса обработки.

Предлагается варианты обработки деталей на всех возможных станках формализовать в виде грамматики, правила которой позволяют генерировать различные маршруты обработки детали с последующей оценкой, например, по времени изготовления детали или себестоимости обработки.

Получена автоматная грамматика, т.е. выведенные из нее цепочки терминалов могут быть распознаны конечным автоматом (КА), который для учета параметров ПП может быть нагружен дополнительной информацией  $st^i_{jk}$  (стоимость обработки, подготовительно-заключительное время, вероятность отказа и др.). Обработку разных деталей на одном множестве станков можно представить в виде многослойного КА, где каждый слой определяет маршруты обработки соответствующей детали ранга  $R_i$  (приоритета), который определяет порядок запуска цепочек для анализа (рисунок 1).

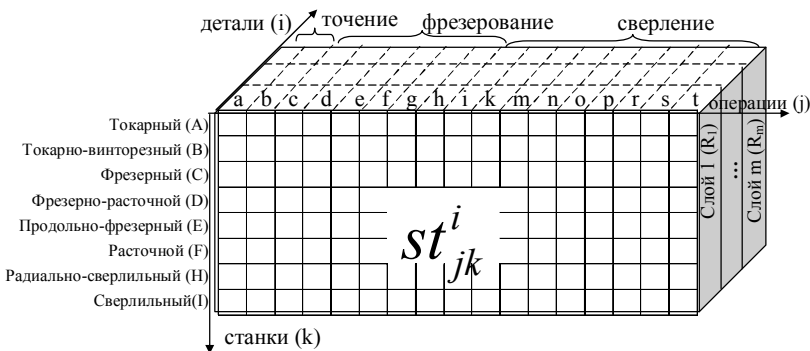


Рис. 1. Модель ПП в виде многослойного автомата

Предложенная модель ПП позволяет оптимизировать процесс запуска деталей по выбранному набору критериев, выполнять планирование в условиях совместного действия детерминированных и стохастических факторов.

**МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ЭПИДЕМИОЛОГИИ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕЛИ  
ИНС И МОДЕЛИ БРАУНА**

Т. В. Корчак, аспирант,  
О.С. Радивоненко, доцент  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Украина  
oradivonenko@gmail.com,

Проблема внедрения современных методов и технологий в области мониторинга и эпидемиологического надзора заболеваемости инфекционными заболеваниями является чрезвычайно актуальной в связи с тем, что эффективность борьбы с инфекционными заболеваниями во многом зависит от качества и своевременности проведенных в предэпидемический период профилактических мероприятий.

В данной работе решается задача ретроспективного анализа и прогнозирования биомедицинских данных. Для анализа динамических рядов биомедицинской информации предлагается разработанный комплексный подход, который включает в себя несколько этапов. На первом этапе статистической обработки динамических рядов анализируются основные тенденции изменения явления во времени. Второй этап анализа направлен на выявление сезонной составляющей и тренда [1]. Третий этап связывается с необходимостью анализа неясных тенденций и прогнозирования динамики изучаемого явления. Для этого традиционно применяются методы укрупнения интервалов, вычис-

ление групповых средних, метод скользящего среднего. Анализ показал, что ошибки прогнозирования методов сглаживания составляют 20-25%, что считается неудовлетворительным для практического использования.

Из числа различных прогнозирующих моделей, модель Брауна была признана одним из эффективных прогнозирующих методов [2]. Метод Брауна относится к классу линейных моделей, поэтому может фиксировать только линейные особенности ряда и неспособен обнаружить едва заметную нелинейную структуру в эпидемиологических данных, из-за неполноты, зашумленности данных и зависимости от внешних факторов. Отсюда возникла необходимость рассмотрения метода Брауна совместно с нелинейными методами. Для решения данной проблемы были рассмотрены модели искусственных нейронных сетей, поскольку они способны воспроизводить нелинейные зависимости, существующие между входными и выходными параметрами.

Работа метода происходит следующим образом. Входные данные поступают одновременно на вход ИНС модели и модели Брауна. Затем генерируется два выходных вектора результатов прогнозирования, которые поступают на вход комплексной модели прогнозирования.

Полученные результаты показали, что комплексная модель ИНС и модели Брауна дает более точный результат прогнозирования, по сравнению с использованием данных моделей по отдельности.

1. Соколов А.Ю. Методы анализа временных рядов в задачах прогнозирования всплеск эпидемий инфекционных заболеваний / А.Ю. Соколов, О.С. Радивоненко, Т.В. Корчак // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – Х.: НАКУ ХАИ, 2007. – № 2 (21). – С. 36-41.

**РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИИ «ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗДЕЛИЙ В  
САПР»**

В.А. Шкаберин, к.т.н., доцент  
ГОУ ВПО «Брянский ГТУ», Россия  
vash@tu-bryansk.ru

Обеспечение технологичности конструкций изделий (ТКИ) является важной функцией подготовки производства, предусматривающей взаимосвязанное решение конструкторских и технологических задач, направленных на достижение оптимальных трудовых и материальных затрат, сокращение времени на производство, техническое обслуживание и ремонт изделия. Успешное решение задач по обеспечению ТКИ зависит от профессиональных знаний и производственного опыта конструкторов и технологов.

В Брянском ГТУ было выполнено несколько научных работ, посвященных процессам формализации и автоматизации обеспечения ТКИ при использовании современных интегрированных САПР. Основное содержание этих работ заключалось в создании интеллектуальных модулей, реализующих функции экспертных компонент. Для реализации любого интеллектуального модуля требуется представить предметную область в формализованном виде. В связи с этим, формализация описания предметной области «Обеспечение ТКИ в САПР» является актуальной задачей.

Перспективным методом представления знаний по различным предметным областям являются онтологии,

поэтому было принято решение использовать онтологический подход для формализации описания предметной области «Обеспечение ТКИ в САПР».

Онтология по предметной области «Обеспечение ТКИ в САПР» предназначена для: анализа и систематизации знаний в этой предметной области; возможности повторного применения знаний; использования в интеллектуальных системах поиска и экспертных системах; быстрого изучения молодыми конструкторами, технологами новой предметной области.

Выделение базовых понятий предметной области реализовано в виде глоссария. Использовались текстологические методы извлечения знаний. В глоссарий включено более 200 терминов.

Классы онтологии определялись исходя из целевого назначения онтологии с учетом вопросов проверки компетентности. Все созданные классы можно разделить на 2 группы: вспомогательные и функциональные. Функциональные классы проектировались для решения целевых задач онтологии, вспомогательные - для ссылки на них основных классов, содержали общую информацию.

Созданная онтология предметной области «Обеспечение ТКИ в САПР» в среде Protégé включает более 20 основных классов («Интегрированные САПР», «Показатель ТКИ», «Рекомендации по обеспечению ТКИ», «Технологический контроль конструкторской документации», «Оценка ТКИ» и др.) и более 15 вспомогательных («Изделие», «Материал», «Этапы жизненного цикла промышленного изделия», «Технологическое оборудование» и др.).

В настоящее время активно ведутся работы по наполнению и развитию онтологии.



**ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЖ ПСИХОФІЗИЧНИМИ  
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВОДІЯ ТА ЙОГО  
ЗДАТНІСТЮ УНИКАТИ ЗІТКНЕНЬ**

А.В. Боярчук, студент,  
М.М. Іванова аспірант,  
М.І. Гученко, д.т.н., професор  
Кременчуцький державний політехнічний університет  
імені Михайла Остроградського, Україна  
boyarchuk\_alina@mail.ru

На сьогоднішній день існує проблема, через яку Україна зазнає великих людських, моральних та матеріальних втрат - це дорожньо-транспортні пригоди, майже 70 % яких відбувається внаслідок зіткнень автомобілів [1]. Необхідно поліпшити якість підготовки та професійного відбору водіїв. Одним з можливих шляхів вирішення проблеми є використання автоматизованих комп'ютерних систем психофізичного тестування водіїв автомобільного транспорту. Впровадження запропонованої системи дозволить підвищити якість та об'єктивність професійного відбору водіїв.

Метою даної роботи є дослідження взаємозв'язку між психофізичними характеристиками водія та його здатністю уникати зіткнень з іншими автомобілями.

На основі попереднього аналізу літературних джерел [2] висунута гіпотеза, що на здатність водія уникати зіткнень, впливають наступні психофізичні характеристики: темперамент (екстраверсія/інтроверсія, емоційна стійкість/нестійкість, ригідність/пластичність, швидкість реак-

ції/повільність, активність/пасивність), сила нервової системи, інтелект.

До експерименту було залучено 30 реальних водіїв, які склали психологічні тести, а потім проходили тест на імітаційне моделювання дорожньої ситуації.

У проведених дослідженнях отримані такі основні результати : розроблена методика тестування, розроблене програмне забезпечення, зроблена статистична обробка даних методами багатofакторного кореляційно-регресійного аналізу, факторного аналізу, однофакторного кореляційно-регресійного аналізу.

У ході виконання кореляційно-регресійного аналізу були знайдені дві пари мультиколінарних векторів, після чого дві характеристики були виключені, ними виявилися стійкість/ не стійкість, пластичність/ригідність. Були визначені оцінки параметрів моделі, на основі яких побудована множинна лінійна регресійна модель залежності психофізичних параметрів від кількості зіткнень (1).

$$Y = 63.42 - 0.13X_1 - 0.1X_2 - 0.43X_3 - 0.14X_4 - 0.22X_5 \quad (1)$$

За результатами факторного аналізу були виключені ті ж компоненти, що і при багатofакторному кореляційно-регресійному аналізі.

Кореляційний одно факторний аналіз довів, що існує тісний зв'язок між психофізичними параметрами та здатністю керувати автомобілем. Довірчі інтервали свідчать, що при екстраверсії, швидкій реакції, активності, сильній нервовій системі та високому інтелекту, кількість зіткнень зменшується.

1. Султанова В. Державний комітет статистики України (розділ Транспорт), [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua), 1997 – 2008 рр.
2. Ильин Е.Н. Дифференциальная психология / Е.П.Ильин – 2-е изд., доп.- СПб.: Питер, 2001.-464с.

**КАРКАСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СУЩНОСТЕЙ-  
ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ПРЕДМЕТНОЙ  
ОБЛАСТИ**

Б.Е. Панченко, к. ф.-м. н.

Институт кибернетики им В.М. Глушкова, Украина  
pr-bob@ukr.net

Проблема объединения в рамках единой модели данных свойств, присущих реляционной и объектно-ориентированной схемам базы данных (ООБД) является актуальной на протяжении вот уже нескольких десятилетий [1]. Возникает вопрос о построении новой модели данных, одновременно обладающей SQL и OQL полнотой [2] и позволяющей проектировать информационные системы, имеющие объединенные свойства. Предлагается рассматривать каркасную модель данных, описанную автором в [3], как еще одну платформу для такого объединения.

Идея, позволяющая ожидать позитивный результат такого объединения, была высказана Дейтом [1] - домены из реляционной модели могут рассматриваться как объектные классы.

В [3] указывалось, что под сущностью (объектом, фактом и т.п., тут в дальнейшем – сущностью-объектом) в произвольной предметной области (ПО) понимается расширяемая совокупность атрибутов, объединенных единым уникальным в рамках этой ПО многоместным предикатом. А под атрибутом сущности-объекта понимается некое абстрактное множество, объединенное одноместной частью этого уникального для ПО многоместного предиката. Там же описано одно из принципиальных свойств каркасной модели - фиксированная структура единого для каждого

атрибута ключа, являющегося следствием многоместного предиката. Такой подход к декомпозиции ПО дает возможность каждый атрибут ПО рассматривать как отдельный класс сущностей-объектов со своим фиксированным классом ID, каждый экземпляр которого, во-первых, имеет строго фиксированную предопределенную порождающим предикатом структуру, а во-вторых, уникально определяет экземпляр атрибута. При работе с SQL-запросами такая БД форматируется как реляционно-табличная – все группы атрибутов-столбцов в строгом соответствии со своими ID могут быть объединены в отношения. При выполнении же OQL-запроса может использоваться механизм индексирования базы по структуре ID, что значительно повышает скорость выполнения запроса.

В работе рассматривается классическая [4] задача о «неожиданном» дополнении сущности-объекта новым атрибутом, то есть по сути, о модификация схемы БД [3]. Для каркасной концепции подобные модификации являются естественным и корректным процессом, формально описанным теоремой об устойчивости каркаса.

Такой подход обобщает процедуру моделирования ООБД, где любому искомому существительному (объекту) ставится в соответствие только атомарный предикат (неструктурированный ID), вне зависимости от семантики ПО - внутренних взаимосвязей. Поэтому каркасная модель значительно расширяет возможности ООБД.

1. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание.: Пер. с англ. — М.: "Вильямс", 2005. — 1328 с.
2. Ульман Д.Д. Уидом Д., Основы реляционных баз данных. — М.: 2006 – 374 с.
3. Панченко Б.Е., И.Н. Писанко Свойства реляционного каркаса на множестве семантически атомарных предикатов// Кибернетика и системный анализ, - Киев, 2009. – No 6. – С. 120-129
4. Пржиялковский В. Что объектам здорово, то реляциям смерть, и наоборот, и еще пол-оборота//Персональный сайт автора, - Москва, 1998, - <http://open.oracle.tu2.ru/OR.html>

**ЗАСТОСУВАННЯ ДЕМОГРАФІЧНИХ І  
ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ  
МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я**

Н.С. Рогозинська, аспірант,  
О.С. Коваленко, д.м.н.,  
Л.М. Козак, д.б.н.  
МННЦ ІТiС НАНУ, Україна  
nrorozynska@edc.com.ua,

Постановка задачі. Рівні смертності дітей до року (смертності немовлят, СН) і загальної смертності (ЗС) в країнах європейського регіону (ЄР) ВООЗ неоднорідні: СН коливається від 4 до 12-28 випадків на 1000 народжених живими дітей, а значення рівня ЗС змінюється у країнах від 4 до 17 випадків на 1000 осіб. Також спостерігається різниця в рівнях державних відрахувань на охорону здоров'я (ДВОЗ). Ця стаття фінансування є одним із факторів впливу на зниження рівнів СН і ЗС.

Мета дослідження. Розробити модель залежності показників смертності від рівнів ДВОЗ на прикладі демографічних і економічних даних країн ЄР ВООЗ за 1998-2005 рр.

Результати. Інформацію для дослідження взято з бази статистичних показників ВООЗ “Здоров'я для всіх” [1], після чого сформовано однорідний масив даних.

Виходячи зі стандартних показників демографічної статистики, запропоновано інформаційний показник, який дозволяє комплексно дослідити зміни рівнів ЗС і СН:

$$IMICM = \frac{IDR \cdot CBR}{CDR} = \frac{M_0}{M} \cdot 1000,$$

де ІМІСМ – «відносна смертність немовлят», кількість випадків СН на 1000 випадків ЗС; IDR – рівень СН, кількість випадків на 1000 народжених живими; CDR, CBR – загальні рівні смертності та народжуваності відповідно, кількість випадків на 1000 осіб;  $M_0$  – кількість випадків СН;  $M$  – кількість випадків смерті серед усіх груп населення та від усіх причин смерті.

За допомогою пакету обробки статистичних даних SPSS 13.0 побудовано регресійні моделі залежності ІМІСМ від обсягів ДВОЗ – моделі оберненої регресії за річними зрізами даних (рівні значущості  $7e-7..1,9e-5$ ):

$$\text{ІМІСМ}_i = a_i + \frac{b_i}{\text{TNE}},$$

де TNE – ДВОЗ за оцінками ВООЗ, \$PPP;  $a$  – мінімальний рівень ІМІСМ, який залишається навіть за умови необмеженого збільшення обсягу ДВОЗ;  $b$  – коефіцієнт, що відображує внесок ДВОЗ;  $i$  – відповідний рік,  $i = 1998..2005$ .

За період 1998-2005 рр. виявлено сталі зміни розрахованого критичного значення обсягу фінансування, за якого виконується умова  $\frac{b_i}{\text{TNE}} > a_i$ , (з \$490.66 до \$2,003.72) і мінімального досяжного значення ІМІСМ (від 5,14 до 1,80 смертей на 1000 випадків ЗС).

Висновки. Коефіцієнти моделі вказують значення обсягу ДВОЗ, по досягненні якого збільшення фінансування втрачає регулюючі властивості стосовно зниження рівня, а також мінімальний рівень ІМІСМ, якого можна досягти навіть за умови необмеженого збільшення обсягу витрат на охорону здоров'я.

1. База демографічних і медико-статистичних показників ВООЗ «Здоров'я для всіх». – Електронний ресурс:  
<http://www.euro.who.int/InformationSources/Data/>.

**РОЗРАХУНОК МАКСИМАЛЬНО ОДНОРІДНОГО  
ПОЛЯ СОЛЕНОЇДА ДЛЯ МАГНІТНОЇ ТЕРАПІЇ**

В.М. Будник, магістр комп'ютерних наук, пров. інженер,  
М.М. Будник, к.т.н., с.н.с.

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ, Україна  
budnyk@meta.ua

Вступ та постановка задачі. Раніше було показано, що для прямокутний соленоїд з форм-фактором (довжина/ширина), рівним  $m=1,04$ , утворений 3-ма парами котушок має неоднорідність аксіального поля  $<0,2\%$  [1]. Проте, для систем магнітної терапії форм-фактор має бути  $m=2,6-3,2$  [2], а з іншого боку, – така велика однорідність непотрібна. Мета роботи – розрахувати соленоїд при  $m=3,2$  з мінімумом котушок, який забезпечить неоднорідність  $<10\%$ .

Методика дослідження.

- 1) Вимірювання магнітного поля на осі соленоїда з  $m=3,2$ .
- 2) Перевірка точності розрахунку [1] для цього соленоїда.
- 3) Вдосконалення моделі з урахуванням товщини обмоток, різної для різних котушок.
- 4) Оцінка мінімальної неоднорідності аксіального поля соленоїда, утвореного 3-ма парами котушок (як в [1]).
- 5) Ускладнення моделі – введення додаткової пари N4.
- 6) Повторити п.4 для соленоїда з 4-ма парами котушок.

Результати. На Рис. 1А подано експериментальну та обчислену залежності поля при виключеній третій (зовнішній) парі котушок. Криві близькі, що підтверджує корек-

тність моделі [1]. Часткове розходження пояснюється не врахуванням товщини обмоток котушок, що приводить до різних їх ефективних розмірів. Модель вдосконалено, але оптимізація 3-х пар котушок дає неоднорідність  $>10\%$ .

Це не достатньо для магнітної терапії, тому в модель було додано 4-ту пару котушок. На Рис. 1Б подано розрахункову залежність поля вздовж осі соленоїда мінімальної неоднорідності 6,5 %. Мінімізація проводилась варіюванням 3-х параметрів моделі – числа витків у парах котушок N2 і N4 та положення X2 котушок N2.

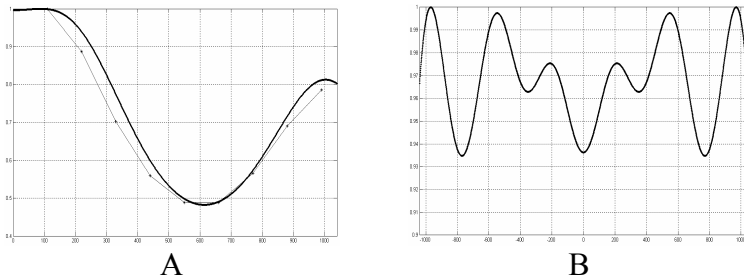


Рис. 1. Залежність нормованої амплітуди аксіального поля від центру до краю соленоїда (А) та вздовж соленоїду (В): товста лінія – розрахунок, зірочки – експеримент.

**Висновок.** Квадратний соленоїд з 8-ми котушок, здатний забезпечити однорідність поля, достатню для магнітної терапії [3] (максимальна неоднорідність  $< 7\%$ ).

1. Будник В. М., Будник М. М. Розрахунок квадратного соленоїда, що генерує максимально однорідне магнітне поле при мінімальних масогабаритних параметрах // Зб. доп. 2-ї н.-техн. школи-семінару «Біомедичні інформаційні технології в охороні здоров'я» (БМІТ-2009), Київ: ІК НАНУ. – 17-20 червня 2009, Київ-Жукін, с. 199-201.
2. Патент на корисну модель UA 44122, Пристрій для магнітної терапії з комбінованим магнітним полем. Міхньов О., Крижановський А., Міцкевич О., Будник М. опубл. 25.09.2009, Бюл. №18.



**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ГЕНЕРАЦИИ  
ТЕСТОВ ДЛЯ НЕКОНСТАНТНЫХ  
НЕИСПРАВНОСТЕЙ**

Ю.А. Скобцов, д.т.н., профессор

В.Ю.Скобцов, к.т.н., доцент

Нассер Іяд К.М., аспірант

Донецький національний технічний університет, Україна

skobtsov@kita.dgtu.donetsk.ua

Эффективность тестового диагностирования цифровых систем в значительной степени зависит от применяемых методов и алгоритмов построения проверяющих тестов. Последнее десятилетие при генерации тестов широко применяются генетические алгоритмы (ГА) [1], которые позволили существенно повысить их полноту. Но, в основном, ГА используются для тестирования классических константных неисправностей.

Целью данной работы является дальнейшее развитие генетических алгоритмов построения проверяющих тестов для неконстантных неисправностей цифровых схем.

Современные технологии производства цифровых систем и их элементной базы требуют анализа не только константных, но и более адекватных неисправностей. В настоящее время используются более сложные модели неисправностей, таких как замыкания, «транзистор постоянно открыт», «транзистор постоянно закрыт», задержки распространения сигналов, наводки и т.п. [2]. На наш взгляд применение эволюционных методов при построении проверяющих тестов для таких неисправностей еще более оправдано, чем для классических константных неис-

правностей. Можно провести аналогию с решением задач численной оптимизации, где ГА целесообразно использовать, прежде всего, там, где не работают классические градиентные методы. Следует отметить, что ГА часто позволяют задачу синтеза, в каком то смысле, свести к задаче анализа. Если есть средства анализа (моделирования поведения исправной или неисправной цифровой системы), то ГА обеспечивают целенаправленный случайный поиск решения задачи синтеза. При этом задачи синтеза и анализа могут выполняться на различных уровнях. Например, задача синтеза тестов может решаться на логическом уровне с использованием логической модели схемы, а задача анализа – на переключательном уровне (или с использованием модели электрических схем). Это позволяет строить тесты для новых типов неисправностей (практически для произвольных неисправностей, для которых есть соответствующая модель).

Предложен ГА для генерации проверяющих тестов для неисправностей типа «задержка распространения сигналов» и наводок (“crosstalk”). Данный тип неисправностей характерен для элементной базы современных цифровых систем, где используются глубокие субмикронные технологии. При этом соседние проводящие линии расположены настолько близко, что могут влиять друг на друга и тем самым вызывать перемежающиеся или постоянные логические ошибки. Применение многозначных алфавитов моделирования [2] в процессе генерации тестов позволяет повысить их эффективность.

1. Скобцов Ю.А. Основы эволюционных вычислений. Донецк: ДонНТУ, 2008. – 326с.
2. Ю.А.Скобцов, В.Ю.Скобцов. Логическое моделирование и тестирование цифровых устройств.-Донецк:ИПММ НАНУ, ДонНТУ, 2005.-436с.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, МЕНЯЮЩИХСЯ  
ВО ВРЕМЕНИ.**

С. А. Петров, аспирант,  
А. Г. Руденко, студент  
Сумский государственный университет, Украина  
sergpet@gmail.com

Анализируя проблемы управления техническими, социальными процессами, можно выделить отдельный класс задач – анализ и синтез моделей динамических процессов, имеющих не статичных во времени.

Сфера применения таких моделей очень широка. Таким процессом является определенная траектория учащегося в процессе обучения, который зависит не только от подаваемых знаний, но и от времени обучения, пауз между этапами обучения, индивидуальными характеристиками учащегося, его способностью усваивать материал, свойствами памяти и другими.

На этапе анализа необходимо оптимально представить такую модель в виде множеств ребер, вершин, весовых функций ребер, функции времени затраченного на переход  $\{E, V, w_{ij}(t), t_{ij}(t)\}$ . В отличие статических процессов, весовые функции ребер зависят от дополнительного параметра – шага квантования (в простейшем случае – времени). Количество возможных переходов по ребру  $i, j$  увеличивается в  $n(w_{ij}(t))$  раз, где  $n(f)$  – количество экстремумов функции  $f(t)$  при  $t \in (t_0, t_n)$ .

Это влечет за собой увеличение количества состояний. Необходимо учесть, что для каждой вершины оптимального пути необходимо найти время ожидания между попаданием в вершину, и переходом в следующую верши-

ну. Мощность множества интервалов задержки для каждой вершины можно оценить так:  $|t_i^{зад}| = \sum_j n(w_{ij}(t))$

Соответственно для вершины  $i$  количество состояний увеличится в  $\sum_j n(w_{ij}(t))$  раз.

В работе предлагается модификация алгоритма поиска в ширину для оптимального решения рассмотренной задачи. Данный алгоритм имеет наименьшую асимптотику, при обстоятельстве, что каждая из вершин может описывать несколько состояний.

Сложность работы равна  $O(\sum_i \sum_j n(w_{ij}) + V)$ ,

где  $E$  – мощность множества ребер;  $V$  – мощность множества вершин.

При сравнении, поиск в глубину имеет такую же сложность работы, но поиск в ширину позволяет без дополнительных вычислений определить максимум целевой функции за определенный срез времени, и имеет меньшую константу-множитель.

В качестве контрольного примера применения разработанного алгоритма создана модель процесса построение оптимального пути железнодорожных перевозок.

Полученная в результате анализа и синтеза система позволяет производить многопараметрический поиск оптимальных планов перевозок по заданным начальному и конечному пунктам. Объем модели составлял порядка 1000 вершин, и около 10000 ребер. Значение функции  $n(w_{ij})$  в среднем принимает значение 9. Таким образом, время обработки одного запроса равно

$$C*(1000 + 9*10000) = C*91000$$

Практический эксперимент показал, что время обработки одного запроса составляет не более 1 секунды. При этом имеется возможность, без дополнительных вычислений, извлекать временные ряды обработанных данных.

УДК: 681.518:004.93.1

## **АЛГОРИТМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ОЦЕНИВАНИЯ**

М.С. Бабий, к. т. н., доцент,

А.П. Чекалов, к. т. н., доцент,

С.П. Шаповалов, к. ф.-м. н., доцент,

В.К. Ободяк, к. т. н., доцент

Сумский государственный университет, Украина

Визуальное представление пространственных статистических данных на основе графиков рассеяния недостаточно удобно для поиска интересных нас отношений между данными. При большом количестве данных плотные области скрывают друг друга, с другой стороны трудно исследовать и разреженные области, так как точки в этих областях легко принять за шум.

Целью работы является построение в трехмерном пространстве поверхностей, объединяющих точки с одинаковым уровнем плотности вероятности  $f(x)$ . Каждому уровню соответствует своя поверхность, в итоге будет получен набор вложенных поверхностей, формирующих кластеры с плотностью выше определенного уровня. Визуализация этих поверхностей позволит легче обнаруживать структуры данных, в том числе и множественные.

Так как мы не имеем никакой априорной информации относительно вида распределения, наиболее целесообразно использовать непараметрические ядерные оценки типа Парзена-Розенблатта.

Будем использовать оценку плотности, построенную на основе перекрестной проверки (скользящего контроля) с исключением элементов выборки по одному:

$$\hat{f}_{h_i}(x) = \frac{1}{(n-1)h_1h_2h_3} \sum_{j \neq i}^n \prod_{k=1}^3 K\left(\frac{x_k - x_{kj}}{h_k}\right),$$

где  $K(u)$  – функция ядра,  $h_1, h_2, h_3$  – длины сторон элементарного параллелепипеда,  $n$  – длина выборки

Выбор размера  $h_k$  значительно больше влияет на качество восстановления плотности, чем выбор ядра. При слишком маленьком  $h_k$  плотность концентрируется вблизи элементов выборки, а при слишком большом – плотность чрезмерно сглаживается и в пределе вырождается в константу.

Качество восстановления плотности на основе оценки  $\hat{f}$  будем определять с помощью функционала среднеквадратической ошибки

$$I(h) = \int \{\hat{f}(x) - f(x)\}^2 dx,$$

интегрирование здесь выполняется по всему пространству.

В качестве  $K(u)$  возьмем ядро Гаусса, которое является дифференцируемым на всем пространстве, тогда  $I(h)$  окончательно преобразуется к виду:

$$I(h_1, h_2, h_3) = \frac{1}{(2\sqrt{\pi})^3 n h_1 h_2 h_3} + \frac{1}{(2\sqrt{\pi})^3 n^2 h_1 h_2 h_3} \times \\ \times \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n \left\{ \exp \left[ - \sum_{k=1}^3 \frac{(x_{ki} - x_{kj})^2}{4h_k^2} \right] - 2^{5/2} \exp \left[ - \sum_{k=1}^3 \frac{(x_{ki} - x_{kj})^2}{2h_k^2} \right] \right\}$$

Так как вдали от точки минимума градиент функции может быть близок к нулю, вместо обычных градиентных методов поиска более целесообразно использовать метод Монте-Карло. В большинстве случаев размер  $h_k$  может быть взят одинаковым для всех  $x_k$ , в этом случае

трехмерная задача нахождения минимума сводится к одномерной.

Для формирования и визуализации кластеров будем использовать переменный порог  $\alpha$ ,  $0 < \alpha < 1$ . Точки пространства, в которых  $f(x,y,z) \geq 0$ , будем считать принадлежащими кластерам данных, соответственно точки, в которых  $f(x,y,z) = 0$ , будут представлять границы кластеров.

Алгоритм визуализации данных может быть представлен в виде последовательности следующих шагов.

1. Ввод наблюдений  $x[j]$ ,  $y[j]$ ,  $z[j]$ ,  $1 \leq j \leq n$  из базы.

2. Ввод  $k$ ,  $l$ ,  $m$  – количества узлов сетки по каждому измерению.

3. Нахождение значений  $h_x$ ,  $h_y$ ,  $h_z$ , при которых достигается минимум функции  $I(h_x, h_y, h_z)$ .

4. Вычисление оценки плотности  $f(x, y, z)$  в узлах сетки.

5. Выбор формы графического представления кластеров. Если выбран вывод сечений по плоскостям  $XY$ ,  $YZ$  или  $XZ$ , выполняется шаг 6. Если выбран вывод пространственного изображения кластеров, выполняется шаг 7.

6. Задается порог  $\alpha$ . Если выбрано, например, сечение  $XY$ , то для каждого  $z_i$ , где  $1 \leq i \leq m$ , сканируются точки плоскости  $XY$ . Точки на плоскости, где  $f(x,y,z) \geq 0$ , выводятся на экран.

7. Задается порог  $\alpha$ . Пространственную фигуру наиболее удобно представлять ограничивающей ее поверхностью. Сама же поверхность будет представлена тремя наборами контуров во взаимно-перпендикулярных плоскостях  $XY$ ,  $YZ$ ,  $XZ$ .

Контур строится на базе массива граничных точек, в который включаются точки, имеющие хотя бы одну соседнюю точку, в которой  $f(x,y,z) < 0$ . Полученные наборы полигональных контуров в совокупности формируют изображения пространственных кластеров.

## АНАЛІЗ ДАНИХ ДЛЯ МОНИТОРИНГУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Ю.В. Парфененко, аспірант  
Сумський державний університет, Україна  
yuliyar86@list.ru

Функціонування системи теплопостачання передбачає оцінку ефективності її роботи. Це потрібно як для аналізу відхилення роботи мережі від нормативного, так і з метою визначення, наскільки доцільною може виявитися її модернізація.

Важливим етапом дослідження функціонування мережі теплопостачання є застосування системного підходу, практична значимість якого полягає у виявленні логічної структури та взаємозв'язку між окремими показниками для формалізації опису роботи мережі [1]. Для аналізу мережі теплопостачання на основі показників її роботи застосовується теорія прийняття рішень.

Предметом дослідження є оцінка роботи котельної за звітний період. Задача прийняття рішення про ефективність роботи котельної полягає у виборі одного рішення  $d_i$  з множини можливих рішень  $D$  на основі наявної інформації у вигляді вектора даних  $x \in X$  [2]. В якості вхідної інформації виступає множина показників  $X = \{F, p_f, p_n, q_f, q_n\}$ , де  $F$  – опалювальна котельною площа,  $m^2$ ,  $q_f$  – фактична кількість теплоти на  $1 m^2$  площі,  $kВт/m^2$ ,  $q_n$  – нормативна кількість теплоти на  $1 m^2$  площі,  $kВт/m^2$ , яка залежить від кількості поверхів у будинку та температури навколишнього середовища в звітному періоді,  $p_f$  – фактичні витрати по опаленню  $1 m^2$  площі,  $грн/m^2$ ,  $p_n$  – нормативні витрати.



Рішення щодо якості роботи котельної повинно враховувати мінімум два показники: витрати по опаленню  $1 \text{ м}^2$  площі,  $p$  та вироблена при цьому кількість теплоти,  $q$ , при чому останній показник відіграє переважну роль, так як основна задача котельні полягає у забезпеченні споживачів належною кількістю теплоти.

В задачі оцінки ефективності роботи котельної множина рішень  $D$  буде складатися з таких значень:

$d_1$  – нормальний режим

$d_2$  – вироблена кількість теплоти менше нормативної

$d_3$  – вироблена кількість теплоти більше нормативної

Рішення типу  $d_1$  не вимагає коригування показників роботи котельної. Для рішення типу  $d_2$  мають бути надані рекомендації по збільшенню значення показника  $q_f$  до нормативного. Рекомендації щодо рішення  $d_3$  полягають у зменшенні витраченої кількості теплоти.

Отже, задача оцінки ефективності роботи котельні формулюється таким чином: мінімізація витрат на опалення  $1 \text{ м}^2$  площі при забезпеченні мінімального відхилення фактичного розміру виробленого котельнею тепла від нормативного в більшу сторону.

Висновок. Виконано аналіз та відбір показників, на основі яких проводиться оцінка функціонування системи тепlopостачання. Запропоновано модель подання даних для прийняття рішень про ефективність роботи котельної за звітний період.

1. Згуровський М.З. Основи системного аналізу / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. – К.: Видавнича група ВХВ, 2007. – 544 с.
2. Дубовой В.М. Моделі прийняття рішень в управлінні розподіленими динамічними системами. Монографія / В.М. Дубовой, О.О.Ковалюк. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 185 с.

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ

В.В. Петров, аспирант,  
Д.В. Гутенко, аспирант  
Сумский государственный университет, Украина  
electron@sumdu.edu.ua

На данный момент с увеличением сложности управляющих систем актуальной остается задача повышения их надежности. Особенно эта задача важна для управляющей техники, так как от ее надежности зависит безопасность работы производственных линий, а также качество выпускаемой продукции.

Одним из методов повышения надежности управляющих систем является построение их из надежной элементной базы, на основе помехоустойчивых кодов. В качестве одного из таких помехоустойчивых функциональных блоков был построен универсальный микропрограммный автомат Уилкса, часто применяемый на практике для управления узлами цифровой аппаратуры, такими как арифметико-логические устройства, последовательные, параллельные порты и другие операционные автоматы. Для применения такого устройства на практике была поставлена задача оценки его помехоустойчивости.

Автомат Уилкса состоит из следующих функциональных блоков: счетчика, дешифратора, блока проверки логических условий и формирования микрокоманд. Ошибка, возникшая в любом из этих блоков, в результате сбоя или отказа, приведет к выработке неправильных управляющих действий, что является недопустимым. Помехо-

устойчивость автомата была получена за счет введения структурной избыточности – построение описанных блоков на основе унитарного биномиального кода, а также применение дополнительных схем контроля.

Оценка помехоустойчивости проводилась по критерию необнаруживаемой ошибки, в соответствии с методикой для оценки систем передачи данных на основе неразделимых кодов. В результате проведенной оценки при следующих исходных данных: количество состояний автомата  $N = 8$ ,  $p_{10} = 5 \cdot 10^{-5}$ ,  $p_{01} = 6 \cdot 10^{-5}$  получена вероятность ошибки автомата  $V_a = 1.9 \cdot 10^{-4}$ .

Для сравнительной оценки помехоустойчивого универсального микропрограммного автомата Уилкса была проведена оценка помехоустойчивости управляющего автомата без использования структурной избыточности, при тех же входных данных. Согласно которой  $V_a^{Д6} = 7.9 \cdot 10^{-4}$ , что соответствует вчетверо большей вероятности ошибки по сравнению с автоматом, построенным с использованием структурной избыточности.

В результате проведенных исследований была произведена оценка помехоустойчивого автомата Уилкса, а также подтверждена целесообразность использования помехоустойчивой элементной базы – счетчиков и дешифраторов для повышения надежности цифровых систем. Эффект от ее использования проявился в уменьшении вероятности ошибки в четверо. Недостаток описанного решения состоит в повышенных аппаратурных затратах, которые возникают при введении структурной избыточности. Но при современной степени интеграции микросхем ПЛМ и ПБИС такая избыточность не является большим минусом, и в полной мере компенсируется описанными выше достоинствами.

УДК 004.853 (043.2)

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ DATA MINING, РЕАЛИЗОВАННЫХ В БИБЛИОТЕКЕ XELOPES**

С.В. Кунцев, к.т.н., доцент  
ГВУЗ "Украинская академия банковского дела  
Национального банка Украины"  
kuntsev@academy.sumy.ua

Цель работы состоит в изучении основных этапов интеллектуального анализа данных с использованием алгоритмов Data Mining [1], реализованных в библиотеке Xelopes. Библиотека алгоритмов Xelopes компании ZSoft [2] содержит все необходимые средства для решения задачи анализа рыночных корзин, сиквенциального анализа, проведения классификации методами decision tree и support vector machine, а также кластерного анализа.

Процесс интеллектуального анализа данных с помощью алгоритмов библиотеки Xelopes состоит из следующих основных этапов:

- a. подготовка данных;
- b. настройка процесса построения Mining модели;
- c. построение модели;
- d. анализ модели;
- e. применение модели supervised ("учитель") к новым данным.

Подготовка данных заключается в сборе данных из разных источников и сохранении в файле формата ARFF. Файл содержит перечень списка объектов с атрибутами.

Модель в технологии Data Mining представляет собой структуру, содержащую новые знания. Среди моделей

выделяют: правила классификации, ассоциативные правила, дерево решений, математические зависимости.

Настройку процесса построения модели в GUI Xelopes пользователь выполняет индивидуально в диалоговом окне.

Для модели с ассоциативными правилами в окне Build Association Rules Model вводятся параметры: Minimum Support – минимальное значение поддержки для строящихся ассоциативных правил; Minimum Confidence – минимальное значение доверия правил; Transaction ID Name – ключевое поле; Item ID Name – имя объекта.

Для сиквенциальной модели параметры вводятся в окне Build Sequential Mining Model. Добавлен новый параметр - Item transaction position.

Для модели в виде дерева решений в окне Build Decision Tree Model вводятся параметры: Target – классификация данных; Max depth – глубина дерева; Max surrogates - число замен; Max splits - число разветвлений; Min node size –размер узла дерева.

Для модели в виде математической зависимости окне Build Support Vector Machine Model вводятся параметры: Target –классификация данных; SVM Type – тип модели SVM; Kernel Type – вид функции; Kernel Parameters – параметры ядра; Algorithm Parameters – общие параметры.

Визуальное представление моделей в виде 3D диаграммы, дерева решений и дейтограммы обеспечивает наглядность и высокое качество анализа результатов.

1. Барсегян, А. А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP [Текст] : учебное пособие / [А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод]. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.
2. Компания ZSoft. Библиотека Xelopes [Электронный ресурс] : <http://www.zsoft.ru/page.php?14>.

УДК 681.518:004.93.1

## **ПРОГНОСТИЧНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ХІМІЧНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ**

В.А. Тронь, аспірант  
Сумський державний університет, Україна  
vitaliktron@ukr.net

Наукове прогнозування ґрунтується на вивченні об'єктивних закономірностей, яким підпорядковуються процеси та події, що відбуваються в об'єктах прогнозування. Перспективним підходом до збільшення функціональної ефективності адаптивних систем підтримки прийняття рішень (СППР), що навчаються, є створення детерміновано-статистичних методів класифікаційного прогнозування на основі самонавчання та розпізнавання образів. Але класифікаційне прогнозування на практиці не набуло широкого застосування через низку недоліків [1-2]. Зокрема, відомі методи мають модельних характер та нехтують перетином класів розпізнавання, а також відсутні алгоритми побудови безпомилкових за багатовимірною навчальною матрицею вирішальних правил. На усунення таких недоліків спрямовані методи класифікаційного прогнозування, розроблені у рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІТ), в основу якої покладено максимізацію кількості інформації шляхом введення додаткових інформаційних обмежень в процесі навчання СППР [3].

У процесі зміни функціонального стану системи відбувається дрейф вершин еталонних векторів-реалізацій образу в просторі ознак розпізнавання, що призводить до зниження достовірності розпізнавання функціональних

станів, оскільки утримуються незмінними у пам'яті СППР геометричних параметрів контейнерів класів розпізнавання, сформовані на попередньому етапі навчання. Також змінюються статистичні властивості реалізацій образу, що впливають на значення екстремальних порядкових статистик (ЕПС), інваріантних до багатьох законів розподілу ймовірностей [3]. Отже, під час прогностичного навчання система повинна слідкувати за зміною як детермінованої складової переміщення вершин еталонних векторів, так і статистичної складової, що спричиняє зміну значень ЕПС.

Такі теоретичні розрахунки отримали експериментальне підтвердження при прогностичному навчанні системи керування хімічним технологічним процесом у ВАТ „Сумхімпром”. Одержані на етапі навчання ЕПС для чотирьох класів, сформованих залежно від функціонального стану технологічного процесу, при контрольних допусках, за яких КФЕ системи керування технологічним процесом досягає глобального максимуму в робочій області визначення його функції.

1. Зайченко Ю.П., Моамед Мухамед, Шаповаленко Н.В. Нечіткі нейронні мережі і генетичні алгоритми в задачах макроекономічного прогнозування // Наукові вісті НТУУ «КПІ», 2002. – С. 20-30.
2. Краснопопсовський А.С., Марченко В.В. Статистична оцінка вибіркової послідовності в задачах автоматичної класифікації // Современные технологии машиностроения: Тематический сборник научных статей. Отв. ред. Н.В.Захаров. – Киев: ИСМО, Сумы, СумГУ, 1997. Вып.1. – С.141-145.
3. Краснопопсовський (Довбиш) А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування. Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань. – Суми: Видавництво СумДУ, 2004. – 261 с.

УДК 004.921

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У НАСОСОБУДУВАННІ

А.В. Неня, к.т.н.,  
К.А. Омеляненко, студент,  
М.В. Моїсеєнко, студент  
Сумський державний університет, Україна  
an\_nenja@mail.ru

Обчислювальна гідродинаміка (ОГД) на сьогоднішній день є потужним і ефективним інструментом проектування в різних сферах машинобудування, зокрема, насособудування [1]. Результати чисельних експериментів використовуються для підготовки подальших фізичних досліджень. Завдячуючи останнім здобуткам в галузі ОГД та розвитку інформаційних технологій є можливість моделювання робочих процесів органів проточної частини у багатоканальній постановці задачі [1]. Для цього інженер повинен досконало володіти методами побудови тривимірних моделей робочих коліс та напрямних апаратів для точного відтворення конструктивних особливостей останніх.

Деякі комплексні програмні пакети містять підпрограми для побудови геометрії розрахункової області, наприклад, модуль BladeModeler, що входить до складу комплексного продукту Ansys CFX [1]. Інколи застосовувати аналогічні модулі та підпрограми не зручно. Побудову тривимірної моделі апарату з урахуванням конструктивних особливостей та особливостей робочого процесу ефективно виконувати в інженерній САПР SolidWorks.

SolidWorks – ядро інтегрованого програмного комплексу автоматизації підприємства, яке використовується



для автоматизованого об'єктно-орієнтованого конструювання твердотільних моделей машинобудування.

Формуючи тривимірну модель апарату з окремих блоків [2]: спіралі, дифузору, перевідних та зворотних каналів, ми значно спрощуємо процес редагування створеної моделі. Наряду з цим ми отримуємо можливість використовувати створені блоки моделі одного апарату при формуванні моделі іншого відвідного пристрою.

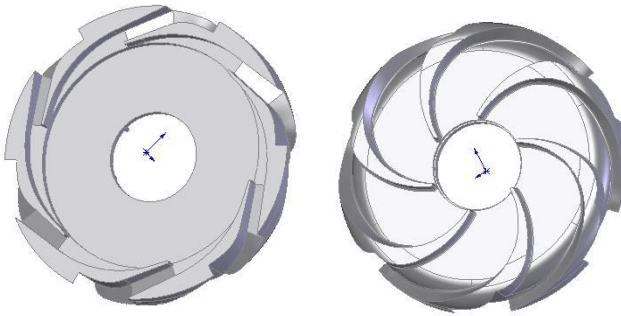


Рис. 1. Тривимірна модель направляючого апарату

Впровадження тривимірного моделювання у проектування та дослідження робочих процесів окремих елементів проточної частини багатоступневих насосів та проточних частин в цілому дозволяє значно скоротити затрати на отримання бажаного результату.

1. Д. Хитрых. Проектирование лопаточных машин. Часть 1 / Д. Хитрых / ANSYS Solution. Русская редакция. – 2007. – №5. – С.37 – 40.
2. Расчет отводящих устройств центробежных насосов / [Полоцкий Н.Д., Богницкая Ф.А., Агульник Р.М.]; [под ред. С.С. Руднева]. – М. : ЦИНТИХимнефтемаша, 1967. – 48 [2] с.

**СТВОРЕННЯ ВІРТУАЛЬНОГО  
КОНСТРУКТОРСЬКОГО БЮРО  
З ВИКОРИСТАННЯМ ОСНОВ  
GRID-ТЕХНОЛОГІЙ**

В.В. Шендрик, к.т.н., доцент,  
Д.О. Зайков, студент,  
В.І. Гапон, студент  
Сумський державний університет, Україна  
ve-shen@opm.sumdu.edu.ua

Розв'язання складних задач з великою кількістю операцій потребують великих потужностей від комп'ютерів. Для виконання таких обчислень ефективним і більш дешевим рішенням є об'єднання в обчислювальний комплекс великої кількості персональних комп'ютерів, тобто створення GRID інфраструктури. В GRID інфраструктурі з віддалених ресурсів будується безпечний і масштабований обчислювальний механізм, в основі якого лежать програмні технології, що використовують нові стандарти й протоколи разом з відомими мережевими та Інтернет-протоколами.

В якості об'єкту дослідження було обрано віртуальне Конструкторське бюро, предметом дослідження стали GRID-технології та Web-технології.

В роботі використовувалися такі методи дослідження, як теорія систем масового обслуговування, теорія паралельних обчислень, імітаційне моделювання процесів та об'єктів.

Метою даної роботи стало створення віртуального Конструкторського бюро (КБ) на основі GRID-технологій.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішені наступні задачі: проаналізовані методологія і принципи GRID, GRID-портал розглянуто як систему масового обслуговування (СМО), визначена оптимальна декомпозиція структури віртуального Конструкторського бюро (КБ), проведено аналіз необхідних компонентів віртуального КБ, розглянуті принципи побудови віртуальних організацій і інструменти для їх створення, виконана оптимізація роботи при використанні в глобальній мережі, визначені вузькі місця в роботі багатопоточного застосування і методи їх усунення, проведено аналіз показників швидкості роботи додатку на тонкому клієнті.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що вперше розглянуті можливості створення віртуального КБ на основі GRID – технологій, модель роботи GRID - порталу була розглянута як система масового обслуговування, проведено дослідження алгоритмів паралельних обчислень та засобів використання паралельного програмування, розглянута процедура формування та обслуговування віртуальних організацій, розглянута проблема спільного використання ресурсів.

Було запропоновано та адаптовано до реальних потреб загальне середовище для спілкування членів віртуального КБ, створено GRID-портал для спільного обміну даними та виконання складних обчислень. Розроблене застосування має відкриту об'єктно-орієнтовану архітектуру, тобто можлива зміна та доповнення властивостей компонентів. Програмне забезпечення є простим у використанні, має зрозумілий дружній інтерфейс та дозволяє легко встановлювати і модифікувати свої параметри.

УДК 004.9:336

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ФОРМУВАННІ КРЕДИТНО- ГРОШОВОЇ ПОЛІТИКИ КРАЇНИ**

З.І. Маслова, доцент,  
М.В. Нілова, студент  
Сумський державний університет, Україна  
Maslova@sumdu.edu.ua

Для прийняття рішень при формуванні кредитно-грошової політики країни необхідно провести моделювання різних ситуацій, які можуть виникнути при зміні базових показників: емісії, інфляції, сеньйоражу. Ці показники взаємозв'язані і впливають на стан грошово-кредитного ринку і монетарну політику.

Метою даної роботи є створення програмного забезпечення для аналізу взаємозв'язку між кредитно-грошовими показниками. Для побудови математичної моделі за основу було взято формулу, яку запропонував Каган. За нею обчислюється показник реальних грошей. Для аналізу економічної політики за рекомендацією Тинбергена використано лінійну модель.

Розроблена програма дозволяє: провести попередній аналіз емісійних показників, тобто розрахувати темпи зростання грошової маси і реальних грошей, проаналізувати їх вплив на сеньйораж отримати параметри оптимального сеньйоражу, і навпаки: виходячи зі змушеного сеньйоражу отримати показники темпів зростання грошової маси та реальних грошей та інфляції. Результати комп'ютерного моделювання можуть бути використані при формуванні кредитно-грошової політики країни. Результати представлені як у вигляді таблиць, так і графіків.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГИХ  
СВОЙСТВ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ  
НАНОТРУБОК ТИПА «ARMCHAIR»**

Е.Б. Проценко, к.ф.-м.н., доцент,  
В.В. Емельяненко, студент  
Сумской государственной университет, Украина  
protsenko@dl.sumdu.edu.ua

Уникальность углеродных нанотрубок состоит в том, что им свойственно редкое сочетание линейных размеров, удельного веса, деформационных и прочностных характеристик. Это позволяет применять этот материал в ряде областей науки и техники. Однако для реальных экспериментов на наноструктурах требуется сложная и дорогостоящая аппаратура, отсутствует метрологическое обеспечение таких испытаний.

В этих условиях особую роль приобретает аналитико-численное моделирование механического поведения углеродных нанотрубок.

В работе была поставлена задача произвести математическое моделирование процессов деформирования наноматериала, с целью установить взаимосвязь между упругими свойствами однослойных углеродных нанотрубок с их параметрами. Для решения этой задачи была разработана программная реализация модели.

С помощью построенной математической модели были получены значения модулей упругости и найдены зависимости коэффициента Пуассона  $\nu_a$  и модуля сдвига  $G_a$  от радиуса  $\rho_n$  на примере однослойной нанотрубки типа «armchair». Для этого, из основных физических соот-

ношений, путем математических преобразований получено, что:

$$v_a = \frac{b^2 K^\rho - \lambda_a K^\theta}{b^2 K^\rho + 3\lambda_a K^\theta},$$
$$G_a = \frac{\rho_{na}^4 - (\rho_{na} - t)^4}{t\rho_{na}^4} \left( \frac{\sqrt{3}}{3} \frac{\lambda_a K^\theta K^\rho}{b^2 K^\rho + \lambda_a K^\theta} \right),$$

где  $\rho_n$  - радиус нанотрубки;  $\rho_{na}$  - эффективный радиус, учитывающий толщину стенки нанотрубки -  $t$ ; угол  $\gamma = \frac{\pi}{2n}$ ;

$K^\rho, K^\theta$  - константы константы силового поля углерода, равные 46900 ккал/моль/нм<sup>2</sup> и 63 ккал/моль/рад<sup>2</sup> соответственно.

Коэффициент  $\lambda_a$  вычисляется из соотношения:

$$\lambda_a = \frac{16 + 2\sin^2 \gamma}{4 - \cos^2 \gamma}.$$

Программная реализация данной математической модели позволила спрогнозировать характер изменений коэффициента Пуассона  $v_a$  и модуля сдвига  $G_a$  в зависимости от радиуса нанотрубки  $\rho_n$ , что позволило построить графики зависимостей, наглядно показывающие зависимости и динамику изменений данных величин. В результате моделирования было получено, что зависимости имеют экспоненциальный характер.

1. Iijima, S. Helical microtubules of graphitic carbon. / S. Iijima // Nature. – 1991. – Vol. 354, N 6348. – P. 56 – 58.
2. Natsuki T., Tantrakarn K., Endo M. Effects of carbon nanotube structures on mechanical properties. // Appl. Phys. 2004. N 79 – P. 117-124.

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
ЭЛАСТИЧНЫХ СВОЙСТВ ОДНО- И  
МНОГОСЛОНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК**

Е.Б. Проценко, к.ф.-м.н., доцент,  
А.Д. Карпеченко, студент  
Сумской государственной университет, Украина  
protsenko@dl.sumdu.edu.ua

Как известно, основная классификация нанотрубок проводится по способу сворачивания графитовой плоскости. Этот способ сворачивания определяется двумя числами  $n$  и  $m$ , задающими разложение направления сворачивания на вектора трансляции графитовой решётки.

По значению параметров хиральности различают прямые (ахиральные) нанотрубки, нанотрубки типа «кресло» или «зубчатые» (armchair)  $n=m$ , зигзагообразные (zigzag)  $m=0$  и спиральные (хиральные) нанотрубки.

Радиус  $Q_n$  нанотрубок может быть определен изгибом графитового листа:

$$Q_n = \frac{\sqrt{3}b}{2\pi} \sqrt{n^2 + m^2 + mn}$$

где  $b$  – межъядерное расстояние, равное 0,142 нм.

Принимая во внимание эффективную толщину стенки ОУНТ ( $t=0,074$  нм), эффективный радиус  $Q_{na}$  определяется как:

$$Q_{na} = \frac{\sqrt{3}b}{2\pi} \sqrt{(n^2 + m^2 + mn)} + \frac{t}{2}$$

Для моделирования модуля эластичности  $E$  однослойной нанотрубки (ОУНТ) типа «zigzag» было получено соотношение:

$$E = \frac{\lambda K^\theta K^Q}{3b^2 K^Q + 9\lambda K^\theta} \left( \frac{8\sqrt{3}Q_n}{Q_{na}^2} \right),$$

где  $\lambda = \frac{8 - 2\cos^2 \gamma}{4 - 3\cos^2 \gamma}$ .

Угол  $\gamma$  связан с эффектом искривления и равен  $\frac{\pi}{2n}$ .

С изменением количества слоев нанотрубки модуль эластичности для МУНТ выражается по формуле:

$$E_m = \frac{8\sqrt{3}N}{[(N-1)h + 1]} \frac{K^\theta K^Q}{b^2 K^Q + 18K^\theta}, \quad 1 < N \leq 1 + 2Q_0 / h$$

где  $h$  - расстояние между слоями многослойной нанотрубки, равное 0,34 нм,  $K^Q/2 = 46\,900$  ккал/моль/нм<sup>2</sup>,  $K^\theta/2 = 63$  ккал/моль/рад<sup>2</sup> - постоянные силы при растяжении и при сужении.

В результате моделирования получены зависимости, показывающие, что с уменьшением радиуса однослойной зигзагообразной нанотрубки и, как следствие, с уменьшением хиральности, модуль эластичности увеличивается. Также, модуль эластичности для многослойных нанотрубок зависит от диаметра нанотрубки. Тем не менее, модуль эластичности МУНТ становится менее чувствительным к увеличению количества слоев ( $N \geq 8$ ). В работе также была построена графическая модель одно- и многослойной углеродной нанотрубки типа «zigzag», позволяющая отобразить деформированную нанотрубку с учетом параметров, полученных в результате математического моделирования.



**ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ  
ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ОНКОПАТОЛОГІЙ**

М.С. Руденко, студент,  
С.С. Мартиненко, аспірант  
Сумський державний університет, Україна  
smart@unesco.sumdu.edu.ua

Злоякісні новоутворення - одна з найнебезпечніших медико-біологічних і соціально-економічних проблем в Україні. Захворюваність і смертність від раку постійно зростає у зв'язку з несприятливою екологічною ситуацією та значним старінням населення.

Сьогодні важливість діагностики в онкології важко недооцінити. Відомо, що на початкових стадіях онкологічне захворювання доволі легко піддається лікуванню. Проте виявлення пухлин на цьому етапі потребує від медиків високого професіоналізму. Правильно поставлений діагноз дозволяє спланувати весь комплекс складного онкологічного лікування так, щоб воно давало найбільший ефект з найменшою кількістю побічних реакцій та ускладнень. Саме тому актуальним є створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технології) [1-2].

Використовуючи ІЕІ-технологію, ми розробили інтелектуальну СППР для розпізнавання трьох видів захворювань за їх графічним зображенням. Навчальна матриця складається з векторів-реалізацій класів розпізнавання, значення яких формуються з RGB-спектрів пікселів зображення, отриманих в полярних координатах. Оброблен-

ня зображень у полярних координатах робить навчальну вибірку інваріантною до зсуву, повороту і масштабу, воно відбувається за формулою:

$$\Theta_j = \frac{\sum_{i=1}^N \theta_i}{2\pi R},$$

де  $\Theta_j$  – числове значення спектру у  $j$ -му радіусі,  $j = \overline{0, R}$ ;  $\theta_i$  – значення кольорової складової у  $i$ -му пікселі;  $N$  – загальна кількість пікселів в  $j$ -му колі;  $R$  – радіус кола зчитування.

З метою стиснення зображень було використано алгоритм навчання з кроком квантування 1, що дозволило зменшити зображення.

Після аналізу одержаних результатів було зроблено висновок про необхідність провести оптимізацію параметрів функціонування СППР. Для цього було використано паралельний алгоритм оптимізації поля контрольних допусків, який показав, що оптимальне значення параметра  $\delta^* = \pm 15$  градації яскравості.

Для тестування створеної СППР, у режимі екзамену було проведено 90 експериментів, які підтверджують високу ефективність розробленого алгоритму та програмного забезпечення. Створена СППР розпізнає зображення з достовірністю 82 %.

В подальшому планується провести оптимізацію словника ознак та створення ієрархічної структури для зображень та морфологічних векторів розпізнавання.

1. Краснопоясовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань. Суми: Видавництво СумДУ, 2004. 261 с.
2. Краснопоясовський А.С. Класифікаційний аналіз даних: Навчальний посібник.– Суми: Видавництво СумДУ, 2002.– 159 с.

**ОПЕРАТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ ВЕКТОРНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НИЗКОАМПЛИТУДНЫХ АРТЕФАКТОВ ЭКГ**

Н.О. Тулякова, ст. преподаватель,  
А.Г. Руденко, студент  
Сумський державний університет, Україна  
tulyakova@id.sumdu.edu.ua

Актуальность разработки методов устранения артефактов, вызванных движением пациента, связана с необходимостью применения автоматизированных систем в области обработки длительных записей биомедицинских сигналов. Для таких систем важна оперативность – применение быстродействующих алгоритмов цифровой обработки сигналов (ЦОС) в реальном времени.

Низкоамплитудные артефакты движения ЭКГ – сложный вид помех, характеризующийся чрезвычайно большой вариабельностью свойств, широким случайным спектром частот, пересекающийся со спектром информационного сигнала, и амплитудно-временными параметрами, сравнимыми с параметрами основных волн ЭКГ. Для устранения таких помех большинство линейных и адаптивных методов ЦОС оказываются неэффективными. В связи с этим существует задача разработки быстродействующих алгоритмов устранения скачкообразных артефактов движения, неизбежное присутствие которых в длительных записях биомедицинских сигналов существенно затрудняет автоматический поиск диагностической информации.

Как для большинства биомедицинских сигналов

данные ЭКГ сильно коррелированы, что представляет целесообразным их векторное представление во времени и применение векторных методов ЦОС.

Для устранения низкоамплитудных артефактов движения в биомедицинском сигнале ЭКГ предлагается использовать адаптивные алгоритмы векторной нелинейной фильтрации в скользящем окне данных [1, 2], важными для практических ситуаций достоинствами которых являются высокое быстродействие и способность функционировать в условиях априорной неопределенности свойств и спектральных характеристик артефактов.

Проведенные на модельных примерах исследования нелинейных векторных фильтров (рис.1-2) показывают, что данные алгоритмы достаточно успешно устраняют низкоамплитудные артефакты, не внося значительных искажений в информационную составляющую сигнала.

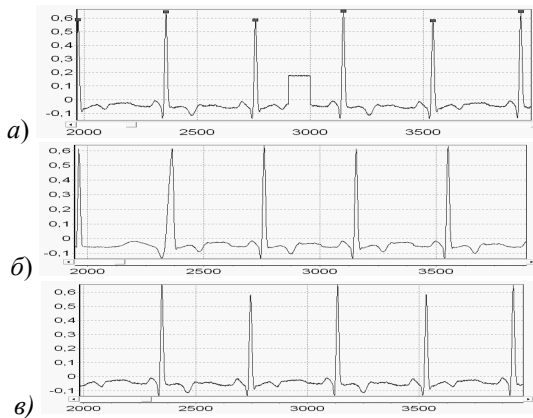


Рис.1. Применения векторных нелинейных фильтров на модели ЭКГ с низкоамплитудным артефактом: а) исходный сигнал с прямоугольным импульсом, моделирующем артефакт движения; б) выход сигнально-зависимого векторного фильтра (СЗВФ), размер окна  $N=5$ ; в) выход адаптивного взвешенного фильтра с усеченным усреднением данных (АВФУС),  $N=5$ .

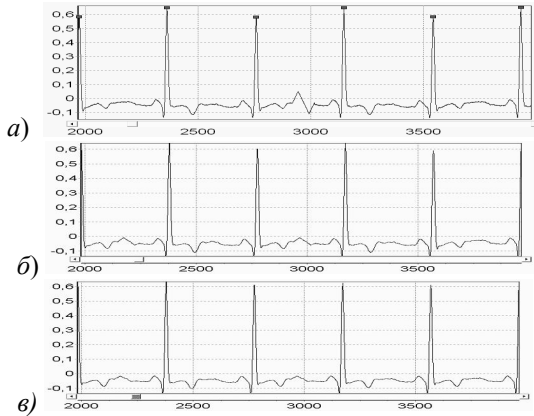


Рис.2. Применения векторных нелинейных фильтров на модели ЭКГ с одиночной аритмией: *а)* тестовый сигнал; *б)* выход СЗВФ, размер окна  $N=5$ ; *в)* выход АВФУС,  $N=5$ .

На основании результатов проведенных исследований рекомендуется использовать адаптивные векторные нелинейные фильтры в качестве предварительного фильтрующего звена в автоматизированных системах обработки и анализа длительных записей биомедицинских сигналов с целью устранения артефактов движения и подавления шумовых составляющих.

1. Astola J., Haavisto P., Neuvo Y. Vector Median Filters // Proc. of the IEEE. April 1990. vol. 78, No 4, p. 678-689.
2. Bezerianos A., Laskaris N., Fotopoulos S., Papathanasopoulos P. Data dependent weighted averages for recording of evoked potential signals // Electroencephalography and clinical Neurophysiology. 1996. p. 468-471.

## **СОВРЕМЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ВЫЗОВЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОМУ КАПИТАЛУ И ПРОБЛЕМА АДЕКВАТНОСТИ ПРИОРИТЕТОВ**

М.В. Жук, к.ф.н., доцент

Сумский областной институт последипломного  
педагогического образования, Украина  
sumy\_zhuk@mail.ru

Развитие XXI столетия характеризуется качественно новыми параметрами, по сравнению с XX столетием. К ним можно отнести следующие: ускорение темпов изменений во всех сферах общественной жизни при видоизменении и глобальности процессов социальных потрясений (которые не прогнозируются с позиций накопленного ранее опыта и требуют новых аналитических подходов); взаимодействие системности и асистемности в современном развитии, готовности человеческого капитала быть адекватным темпу модернизаций, которые происходят в мире и его способность отвечать инновациями на вызовы современного развития. Мир очень быстро меняется, в самом развитии на первый план выделяется две основных точки диапазона его восприятия – направленность изменений и тип возможностей, которые они открывают для само- и взаимореализации личности, общества, региона, мирового сообщества в целом. В этой связи на первый план выделяется способность современного общественного менеджмента к реализации двух современных приоритетов – способности к адаптациям уже существующего опыта и умения находить креативы, инновационные решения для решения либо нетипичных для предшествующего опыта задач, либо их решения в быстро меняющихся условиях, которые не позволяют использовать матричные схемы.

Именно поэтому возрастает роль образования в глобализированном мире.

От уровня современности образования сегодня зависит способности общества занять ту или иную позицию в мировом развитии. В целом можно выделить такие вызовы человеческому капиталу и образованию в условиях современного этапа глобализации.

1. Прежде всего – супер быстрые изменения в экономическом развитии и структуре рынка труда. Любое образование отстает от них, а значит, старая схема подготовки специалиста сегодня теряет смысл. Ответом есть переориентация на образование на протяжении жизни, превращение образования в исследовательскую систему и закрепление соответственных компетенций, формирование культуры инновационной деятельности.
2. Гипербыстрая информационная революция. Ее скорость опережает возможности формирования специалиста в условиях традиционных образовательных систем, делая их устаревшими еще в ходе осуществления самого учебного процесса. Ответы формируются в новом осмыслении системы «информация, знания, компетенции», ИКТ новых моделях партнерства обучаемого и обучающего на основе технологий корпоративного, мотивированного взаимодействия.
3. Глобализация как процесс осуществляется на трех основных уровнях – локальном, региональном и глобальном, которые практически настолько переплетаются, что порой очень трудно отличить, где начинается транзитивность, а где инновационность. В свою очередь это предполагает возрастание потребности в консолидированных действиях при исследовании современных проблем образовательных стратегий практик, мониторинга накопленного опыта, возникающих проблем и подходов к их решениям, разработки современных технологий коммуникации и ИКТ. Одним из ответом может быть формирование социальных сетей профильного и коммуникативного типа.

## **SYSTEM FOR DISTANCE LEARNING**

V.O. Lyubchak, assistant professor, vice-rector for scientific and pedagogic work (informatization),

Y.A. Zuban , assistant professor, head of regional centre of distance learning

Sumy State University, Ukraine

zuban@pe.sumdu.edu.ua

Distance learning in Sumy State University is supplied with own management system, which delivers functions of Learning Management System, Virtual Learning Environment, Course Management System. Our System was developed for distributing distance courses over the Internet and offering features for online collaboration. It is web-based to facilitate access to learning content and administration from any place in the world.

The System is based on Ruby on Rails web framework for the Ruby programming language. Java Runtime Environment (JRE) is used to create some type of interactive static learning content. For interactive dynamic content is used the Adobe Flash technology. Content can also include Windows Media, PDF and PowerPoint presentations.

The System includes 3 modules: for developing and publishing courses, for learning, for administrative functions. All users in System are distributed among roles with differential access rights: course writer, course reviewer, tutor, student, guest, assistant, consultant, dean, developer, administrator.

Management System for Distance Learning in Sumy State University is integrated with other information systems in the University. It allow to easy tracking and managing more



than 800 students in learning process since enrollment till graduation.

Management System Features:

- Designed to be used by non-technical people.
  - 100% Browser based. Platform independent. Works in Internet Explorer, Mozilla, Opera and Firefox
  - All courses, content, etc. are password protected and require registration for access
  - Manage users, roles, courses
  - Built-in tool for report creation
  - Easy content editing through browser
  - No knowledge of HTML or programming needed for lectures and tests creating
  - Browser based WYSIWYG HTML-content editing
  - Visual hierarchical outline building tool for course structure editing
  - Built-in discussion forums
  - Student progress tracking and controls
  - User messaging and notifications
  - Course calendar
  - Grouping students according to geographic region
  - Manager enrollment and approval
  - Payment management of teachers work in System
  - Integration with performance tracking and management systems
  - Tracker tool for developers
  - Quality control system
- Intelligent services for learning process control

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ДОСЯЖНОСТІ КОМПЕТЕНЦІЙ В ЕЛЕКТРОННОМУ НАВЧАННІ

Т.Л. Мазурок, доцент  
Одеський національний політехнічний університет,  
Україна  
mazurok62@mail.ru

Бурхливий розвиток різних форм електронного навчання показав, що подальший зріст ефективності пов'язано, перед усім, з вдосконаленням систем управління навчанням, як цілеспрямованим процесом.

Сучасні дидактичні дослідження доводять, що діагностичність завдання цілі характеризується такими параметрами, що підлягають кількісній оцінці: ступенем абстракції, рівнем засвоєння, автоматизацією діяльності, усвідомленістю засвоєння [1]. Розробка схеми управління навчанням на основі синергетичного підходу базується на врахуванні власних тенденцій розвитку особи, що навчається. Тому запропоновано двокласну модель («знань та вмій») управління навчанням з вектором стану  $(x, y)$  і вектором навчання  $(h, U)$ :

$$(1+r)e^{\alpha t}(Ux + (1-U)y) = \beta + \int e^{-\alpha t} h(t) dt, \quad (1)$$

де  $x, y$  - нормовані об'єми знань та вмій відповідно;  $h$  - швидкість надання інформації;  $r$  - коефіцієнт опору дидактичному процесу;  $f$  - коефіцієнт забування;  $c$  - коефіцієнт розумового виведення;  $U$  - доля часу, що відведено на накопичення знань;  $\alpha = \frac{c-f}{1+r}$ ,  $\beta$  - довільна константа. Рівняння (1) описує інваріантне різноманіття у фазовому просторі синергетичного методу управління складними системами [2], в якому зв'язані координати стану і управління.

Подальшим розвитком даної моделі є доповнення методики формування індивідуальної послідовності навчаючих впливів поширенням різноманіття на основі урахування системи міжпредметних зв'язків, їх впливу на систему компетенцій.

Розроблено нейро-нечітку модель прогнозування значень цільових параметрів досягнення компетенцій. Основними елементами моделі є база нечітких правил виведення, які створено на основі експертного опитування викладачів щодо доцільності використання певних міжпредметних зв'язків для формування відповідних компетенцій; система нечіткого виведення Сугено; дефазифікація на основі методу ваги. В моделі вхідна лінгвістична змінна, яка характеризує ступінь інтеграції між навчальними дисциплінами, вихідна лінгвістична змінна характеризує ступінь досяжності плану навчання. Для навчання нейромережі використано генетичний алгоритм, фітнес-функція якого визначається як метрика досяжності цільових параметрів [3].

Таким чином, на основі використання гібридної інтелектуальної технології реалізовано прогнозування досяжності певної компетенції, на досягнення якої персоніфіковано спрямовано процес навчання. Прогнозовані значення є інформацією зворотного зв'язку у схемі управління навчальним процесом. Запропонований підхід реалізовано на прикладі формування компетенцій бакалаврів спеціальності 0925 «Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології» в Одеському національному політехнічному університеті.

1. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). – М.: МПСИ, 2002. – 352 с.
2. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами: теория системного синтеза. М.: УРСС. – 2006. - 240 с.
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ**

Ю.А. Малахов, к.т.н., доцент

Т.В. Шинкаревич, аспирант

Брянский государственный технический университет,

Россия,

yumal@pochta.ru

Формирование информационных компетенций студентов происходит средствами содержания всего образования и закладывается преподавателями различных учебных дисциплин, а также усилиями самообразовательной деятельности обучаемого в течение всего образовательного процесса. При этом системный характер формирования компетенций предполагает освоение компетенций как при изучении отдельных учебных дисциплин, циклов, модулей так и дидактических единиц, которые интегрируются в общепрофессиональные и специальные дисциплины. Следовательно, понятие «компетенция» носит обобщенный интегральный характер по отношению к ранее используемым: «знания», «умения», «навыки».

Разработана обобщённая модель профессиональных компетенций студентов, включающая: описание состава компетенций в предметной области; уровень знаний профессиональной подготовки бакалавра, специалиста, магистра; дисциплины учебного процесса и их содержание; степень влияния изучаемой дисциплины на формирование заданной компетенции; компетентность педагога, препода-

ваемого данную дисциплину; индикаторы поведения, которые объясняют, как выглядит желаемая эффективность исполнения работы или поведения обучаемого. При этом оценка и учёт влияния изучаемой учебной дисциплины на формирование заданных компетенций представляется систематизированной информацией в виде матрицы соответствия.

На формирование у студента компетенций в области прикладной информатики влияют многие учебные дисциплины. Так, при изучении цикла информационных дисциплин, в частности курсов «Информатика и программирование», «Вычислительная техника», «Информационные системы», студенты формируют свою базу знаний в области изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин (теория экономических информационных систем, информационные системы в банковском деле, сетевое администрирование, сетевая экономика, компьютерная графика и др.). Построена матрица соответствия между изучаемыми дисциплинами и их влиянием на формирование профессиональных компетенций студентов специальности «Прикладная информатика в экономике». Из рассмотренных учебных дисциплин наибольшее влияние на формирования общепрофессиональных компетенций оказывает моделирование экономических процессов. Профессионально-специализированные компетенции формируются главным образом при изучении информатики. На компетенции в области сетевых технологий, безопасности и защиты данных существенное влияние оказывает дисциплина «Вычислительные системы, сети и телекоммуникации», а на формирование компетенций в области программирования – базы данных.

Для формирования компетенций создано программное обеспечение, позволяющее автоматизировать разработку персональной образовательной траектории для студентов технических вузов на модульной основе. Функциональная структура программы состоит из пяти основных модулей: 1) образовательный процесс, 2) студент, 3) анализ результатов образования, 4) советующая система, 5) система корректировки. Разработаны четыре основных базы данных: «Компетентность», «Дисциплина», «Программа», «Преподаватель», а также интерфейс для доступа и редактирования записей. Составлена профессиограмма выпускника по специальности «Прикладная информатика в экономике», результатом труда которого является создание, внедрение, анализ и сопровождение профессионально-ориентированных информационных системы в экономике, а также управление информационными, материальными и денежными потоками в экономике с использованием информационных систем. Разработана модель формирования компетенций при изучении дисциплины «Информатика и программирование».

Предложенный подход к моделированию взаимосвязи между системой изучения учебных дисциплин и формируемыми компетенциями позволит обеспечить хорошее усвоение материала студентами и способствует повышению качества подготовки выпускников вузов.

## **АДАПТАЦИЯ В СИСТЕМЕ ВЫВОДА ПО ПРЕЦЕДЕНТАМ**

**В.А. Щеголькова**  
Шосткинский институт  
Сумского Государственного Университета, Украина,  
wali@sm.ukrtel.net

К наиболее важным компонентам автоматизированной системы обучения относится система управления. Большинство систем управления подразумевают строгую функциональную зависимость между входными и выходными параметрами. Системы обучения при этом сталкиваются со сложным слабоформализуемым объектом управления, информация о котором неполная и меняется в процессе работы. Поэтому классические подходы определения строгих математических зависимостей трудно реализуемы. Для решения проблемы предлагается использовать подход, называемый выводом по прецедентам.[1] Суть метода состоит в том, что при рассмотрении новой проблемы отыскиваются похожие ситуации (прецеденты), и выбранный адаптируется к текущему случаю.

Адаптация в системах вывода по прецедентам в значительной степени зависит от прикладной области, поэтому единого подхода не существует. Однако предполагается наличие зависимостей между признаками прецедентов и признаками содержащихся в них решений. Они могут задаваться экспертом или обнаруживаться с помощью методов добычи знаний.

В данной работе рассматривается алгоритм адаптации отобранных прецедентов с целью получения нового

решения, основанный на технологии ассоциативных правил.[2]

Поиск ассоциативных правил обнаруживает скрытые связи. Те, которые превышают определенный порог, считаются интересными. В обучающей системе в качестве исходных признаков выберем предметно-зависимые и независимые характеристики обучаемого. Признаками решения, заложенного в прецеденте, будем считать параметры системы, назначаемые перед сеансом взаимодействия с обучаемым. Отобранные прецеденты, подобные текущей ситуации, в неявном виде содержат зависимости между исходными и назначаемыми параметрами. Получив их с помощью метода поиска ассоциативных правил, можно назначить параметры обучения для текущей ситуации.

Следует отметить, что в общем случае поиск ассоциативных правил может быть затруднен из-за количества данных. В данной задаче размер области поиска ограничен количеством подобных прецедентов, что полностью снимает проблему. Алгоритм облегчается еще и тем, что заранее известно, какие признаки являются посылкой правила, а какие его следствием.

В дальнейшем предполагается осуществлять поиск не только правил, отражающих сходство подобных прецедентов, но и тех, которые позволят определить отличительные параметры текущей ситуации.

1. Карпов Л. Е., Юдин В. Н. Адаптивное управление по прецедентам, основанное на классификации состояний управляемых объектов // Труды ИСП РАН. -М.:ИСП РАН. - 2007.
2. Шахиди А. Введение в анализ ассоциативных правил (<http://www.basegroup.ru/rules/intro.htm>), - 2002.



**СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОГО  
НАЗНАЧЕНИЯ**

Е.В. Шкумат, ст. преподаватель  
Брянский государственный технический университет,  
Россия  
staff@tu-bryansk.ru

Развитие современной системы высшего образования тесно связано с использованием электронных образовательных ресурсов (ЭОР) в процесс обучения, чему посвящено большое количество исследований в этой области. Хотелось бы отметить недостаточность проработки темы применения ЭОР для инженерных специальностей в цикле специальных дисциплин. Также можно отметить, что в образовательных стандартах некоторых специальностей, созданных на стыке областей знаний, на изучение некоторых дисциплин СД цикла отводится меньшее количество часов, а также отсутствуют дисциплины, которые являются для них базовыми (в цикле ОПД). В качестве примера можно привести дисциплину «Технология автоматизированного производства», преподаваемой специальности «Системы автоматизированного проектирования». Малое количество часов и отсутствие базовых знаний по материаловедению, теории резания, режущему инструменту, производству заготовок и т.п. вызывает затруднение для преподавателя в преподавании, а для студентов - в усвоении данного материала.

Для решения создавшейся проблемы можно предложить разработать электронные образовательные ресурсы, отвечающие поставленным целям и задачам с учетом

сложностей. Поскольку создание ЭОР является достаточно сложным и трудоемким процессом, а его эффективность оценивается, как правило, по результату усвоения учебного материала, следовательно, стоит уделить большее внимание процессу проектирования ЭОР и влияющим на конечный результат обучения факторам.

Разработка ЭОР представляет собой сложную проблему приведения в соответствие требований образовательного стандарта, собственных условий вуза, дидактических требований и требований к формированию профессиональной компетентности выпускника.

Актуальность проблемы обусловлена тем, что в настоящее время существующие подходы к созданию ЭОР не отражают сложности и междисциплинарности дисциплин цикла СД, сложности представления в системах знаний технических объектов с учетом факторов, формирующих эффективность образовательного ресурса на этапах его проектирования .

Для решения данной задачи необходимо разработать подходы к проектированию ЭОР для специальных технических дисциплин и программная поддержка выделенных этапов проектирования ресурса.

Для достижения указанной цели в работе решаются следующие задачи:

1. Выделение основных элементов специальных технических дисциплин, условия возникновения междисциплинарных связей
2. Определение факторов, влияющих на эффективность ЭОР на различных этапах проектирования ЭОР
3. Формирование алгоритма проектирования ЭОР с учетом факторов, влияющих на его эффективность
4. Разработка программных модулей поддержки предлагаемых этапов проектирования

УДК 681.3

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ  
ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В  
ПРАВОВЕДЕНИИ**

В.Я. Таций, профессор,  
С.Н. Иванов, доцент,  
В.В. Карасюк, доцент,  
А.С. Луговой, аспирант

Национальная юридическая академия Украины  
имени Ярослава Мудрого,  
А.Ю. Соколов, профессор,  
О.И. Морозова, аспирант  
Национальный аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина  
nuau\_cit@ukr.net, olmora@rambler.ru

Развитие правоведения приводит к быстрому росту объемов знаний как по истории науки, так и непосредственных знаний, актуальных на текущий момент. Быстрое развитие компьютерных технологий порождает новые возможности накопления и структуризации знаний в правоведении.

Среди особенностей знаний в правоведении следует отметить: представление знаний в текстовом виде; большие объемы текстовой информации; необходимость постоянного обслуживания баз знаний (частое и быстрое изменение актуальности знаний в определенных сферах правоведения); необходимость разделения знаний, имеющих юридическую силу и знаний, описывающих основные принципы и частные случаи в правоведении.

На сегодняшний день актуальным подходом к построению баз знаний является онтологический подход. В рамках этого подхода знания представляются тремя мно-

жествами: множеством концептов, множеством связей между концептами и множеством функций интерпретации. Такое представление позволяет построить структуризованный понятийный аппарат предметной области, а на его основе строить автоматизированные и автоматические обучающие системы.

Основными частями компьютерных обучающих систем являются: база знаний, механизм пополнения базы знаний, система представления знаний обучающемуся и механизм оценки качества обучения. В качестве основы обучающей системы предлагается использовать базу знаний на основе онтологического подхода. В предлагаемом представлении знания будут представляться в виде сети связанных групп понятий, причем связи могут быть различного типа, со своими индивидуальными свойствами. Источниками связей являются тексты, связи с которыми сохраняются в базе; непосредственно тексты тоже хранятся в базе в специальном формате.

При работе с обучающей системой обучаемому предоставляется возможность навигации по онтологии и текстам-источникам, что дает возможность не просто запомнить текст, а изучить предлагаемые экспертом взаимосвязи между отдельными элементами.

Вторым важным аспектом является наполнение базы знаний. Осуществлять наполнение предлагается с участием эксперта в автоматизированном режиме.

На основе предложенных концепций в Национальной юридической академии Украины имени Ярослава Мудрого создается программный комплекс, включающий стороннюю СУРБД с базой данных, два приложения для ввода экспертом данных и приложение для навигации по онтологии и текстам-источникам.

В дальнейшем планируется построение на базе созданной системы подсистемы для оценки качества обучения как по статистическим данным, так и на основе интерактивного взаимодействия с обучаемым.

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ**

Г.Ю. Маклаков, д.т.н., профессор,  
Севастопольский городской гуманитарный университет  
gm777@mail.ru

Анализ документов Болонской декларации показывает, что одним из главнейших направлений совершенствования высшего образования является развитие системы объективного контроля качества обучения в соответствии с требованиями Европейской сети обеспечения качества (ENQA).

Развитие информационно-коммуникационных технологий привело к появлению новой формы дистанционного обучения (ДО) – распределенного обучения. Использование децентрализованных распределенных систем дистанционного обучения (ДРСДО) позволяет реализовать два основных режима обучения: коллективное и индивидуальное, а также успешно их комбинировать. Эффективное использование ДРСДО предъявляет повышенные требования к качеству функционирования телекоммуникационной системы в целом. Возникает необходимость гарантировать допустимое время реакции, пропускную способность и другие параметры сети. Такая технология, как известно, получила название «качество обслуживания» (Quality of Service, QoS). Присутствие неопределенности в процессе принятия решений по оценке качества обслуживания ДРСДО не позволяет точно оценить роль всех факторов,

влияющих на QoS. Процесс принятия решения при оценке качества осложняется тем, что в настоящее время отсутствуют четко определенные критерии и алгоритмы оценки QoS. В связи с вышеизложенным, было принято решение строить систему управления ДРСДО на основе теории искусственного интеллекта [1].

Для повышения эффективности ДО студентов в ДРСДО предлагается использовать возможности голосового общения через Интернет (технология VoIP). Разработанный прототип экспертной системы (ЭС), реализующий поддержку принятия решений по управлению ДРСДО дополнительно предусматривает учет ряда параметров, которые определяют качество связи при IP-телефонии: равномерность потока пакетов и задержки при их передаче. Для описания входных и выходной величин в ЭС использовались лингвистические переменные. При описании лингвистических переменных использовался аппарат нечеткой логики. Перечень лингвистических переменных, необходимых для реализации метода экспертного оценивания, принят исходя из разработанной модели оценки QoS.

Разработанная компьютерная система предназначена для быстрого и эффективного предоставления информационных услуг массовому пользователю дистанционной системы обучения.

1. Маклаков Г.Ю., Кожаяев Е.А., Маклакова Г.Г. Технология использования интеллектуальных систем при организации оценки качества дистанционного обучения // Сборник трудов второй Международной конференции «Новые информационные технологии в образовании для всех: состояние и перспективы развития. МНУЦИТС МОН и НАН Украины. Киев, 21-23 ноября 2007г. С. 416-421.

**ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ MOODLE ДЛЯ АКТИВІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

О.В. Алексенко, к.т.н.,

Т.В. Стельна, студент,

С.М. Штика, студент

Сумський державний університет, Україна

olga\_tat@opm.sumdu.edu.ua

На даний час самостійна робота студентів над навчальними курсами складає 50-70% від обсягу, виділеного для вивчення дисципліни. Тому проблема підвищення якості самостійної роботи, оцінки її результатів є актуальною. Найбільш ефективними напрямком вирішення цієї проблеми є використання систем дистанційного навчання (СДН), інструменти яких дозволяють студенту самонавчатися, а викладачу відслідковувати успіхи та проблеми навчання.

Дистанційне навчання орієнтується на найкращій методичний досвід та використовує інноваційні організаційні та комунікативні технології. Важливим напрямком роботи над дистанційним курсом є забезпечення взаємодію студента як з викладачем, так і з іншими студентами, та організація якісного поточного контролю знань для корегування подальшого навчання. Таким чином, для впровадження ефективних СДН потрібно використання потужних систем діагностування якості засвоєння навчального матеріалу. Саме від реалізації системи взаємодії та діагностики залежить якість роботи СДН.

Серед сучасних СДН можна виділити некомерційну систему MOODLE, оскільки вона передбачає широке використання дослідницьких проблемних методів, викорис-

тання отриманих знань в спільній та індивідуальній діяльності, розвиток не тільки самостійного мислення, але й культури спілкування, вміння виконувати різні соціальні ролі у спільній діяльності. Система легко встановлюється на платформу, яка підтримує PHP. Курси можна розділити за категоріями, та проводити пошук по їх назвам. Велику увагу приділено безпеці системи. Код розроблений на PHP, його можна змінювати для своїх потреб. Завдяки вільному розповсюдженню система MOODLE постійно еволюціонує, бо в її розробці приймає участь велика кількість зацікавлених розробників – викладачів та програмістів. Фактично система MOODLE це інформаційно-освітнє середовище, що постійно розвивається та вдосконалюється.

До переваг програмного забезпечення MOODLE можна віднести: підтримка багаторазового використання компонентів системи, що підвищує її ефективність; адаптивність системи – використані інформаційні технології постійно розвиваються і не потребують перепроєктування системи; довговічність – відповідність стандартам і можливість внесення змін без повного перепрограмування; доступність – можливість працювати з системою локально та дистанційно.

Важливим компонентом системи є комунікативний компонент, який дозволяє реалізувати як контроль знань, так і провести тестування в навчальному режимі з можливістю роботи над помилками. При цьому викладач може отримати звіти про активність користувачів курсу, які можна зберегти в файл формату MS Excel, і в подальшому обробити отриману інформацію.

Виходячи з вищезазначеного для підвищення якості самостійної роботи студентів спеціальності «Інформаційні технології навчання» з дисципліни «Технології програмування та створення програмних продуктів», було вирішено розробити курс в системі MOODLE і на даний час проводиться тестування його ефективності.



**ВИКОРИСТАННЯ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦ-СИСТЕМИ  
У ФОРМУВАННІ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОГО  
СЕРЕДОВИЩА**

О.Г. Глазунова, доцент, к.п.н.  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України,  
o-glazunova@nauu.kiev.ua

Дистанційна освіта дозволяє оптимізувати життя навчальних закладів, державних установ і комерційних компаній. Навчання студентів, корпоративні тренінги, курси підвищення кваліфікації без відриву від основної роботи можуть бути організовані набагато ефективніше за допомогою синхронної дистанційної освіти, що використовує відеоконференцз'язок як невід'ємну частину дистанційних систем навчання.

З січня 2007 р. в рамках експерименту у Національному університеті біоресурсів і природокористування України запроваджуються дистанційні технології для забезпечення навчального процесу в регіональних вищих навчальних закладах (РВНЗ) I-III рівнів акредитації, які входять до структури університету. Кваліфіковані науково-педагогічні кадри (академіки, професори, доценти) мають змогу ділитися своїм досвідом, проводити навчання студентів, які знаходяться за сотні кілометрів від Києва.

Для забезпечення навчального процесу у РВНЗ використовується модель інтеграції мережевого, очного навчання і відеоконференцій. Телекомунікаційна система відеоконференцз'язку забезпечує трансляцію в мережу із передаючого вузла: зображення лектора; голос лектора; зміст презентації з комп'ютера лектора; зміст інтерактив-

ної дошки або графічного планшета; із абонентського вузла: зображення аудиторії або студента; голос студента; зміст екрану комп'ютера

Структура телекомунікаційної системи університету включає:

- передаючі вузли, які розташовані в Київському територіальному центрі і у яких встановлено термінали відеоконференцв'язку VSX 7400s Presenter (термінал VSX 7000s із аудіо системою, яка забезпечує підключення до 3-х абонентських вузлів; 1 мікрофон); система Visual Concert VSX, People+Content IP для відображення екрана робочого комп'ютера на абонентських вузлах; робочий комп'ютер (ноутбук); інтерактивна дошка, під'єднана до робочого комп'ютера; мультимедійний проектор і екран для відображення інформації із абонентських вузлів;
- абонентські вузли, які розташовані в регіональних навчальних закладах, обладнуються комп'ютером з процесором, який підтримує систему команд SSE (Pentium 4 2.4 ГГц, RAM не менше 256 Мб, вільних не менше 1 ГБайта Мб на НЖМД, відеокарта з підтримкою 16-бітного кольору, повнодуплексна Windows-сумісна звукова плата); монітором; мультимедійним проектором; екраном; акустичною системою; Web-камерою з розподільною здатністю 1.2 Мегапикселів; на ПК встановлюється програмне забезпечення Polycom PVX Release 8.0 та Polycom People+Content IP;

Відеоконференції є незамінними помічниками у організації навчального процесу ВНЗ, які мають розгалужену мережу філій. Ця технологія дає змогу не тільки заощадити час на відрядження, а також вирішити проблему забезпечення висококваліфікованими науково-педагогічними кадрами, організацію спільної групової діяльності студентів у регіональних ВНЗ.

**ONLINE-ВІДЕОТРАНСЛЯЦІЇ В СИСТЕМІ  
ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ СУМДУ**

Ю.О. Зубань, доцент, керівник регіонального центру  
дистанційного навчання СумДУ,  
zuban@pe.sumdu.edu.ua

Система дистанційного навчання СумДУ на сьогоднішній день містить велику кількість дистанційних курсів з різних дисциплін. Ефективність використання цих матеріалів значною мірою залежить від бажання студента та його схильності до самостійного навчання. Для методичної допомоги студенту в освоєнні навчального матеріалу в СумДУ з 2009 р. започатковано проведення online консультацій.

Студенту транслюється відео зображення робочого стола викладача, звук та зображення з вебкамери, розташованої перед викладачем. Всі відео та аудіо потоки даних, що транслюються, записуються локально в файл для подальшої обробки й публікації на сервері системи дистанційного навчання.

Викладач має можливість продемонструвати студентам свій дистанційний курс або будь-які інші навчальні матеріали, представлені в електронному вигляді, прокоментувати найскладніші моменти виконання віртуальних тренажерів, показати на прикладі як їх виконувати.

На сьогоднішній день реалізовано трансляції тільки в локальні центри дистанційного навчання СумДУ, але вже ведуться роботи для організації трансляцій кожному окремому користувачу системи дистанційного навчання.

## **РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНИХ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У СЕРЕДОВИЩІ FLASH ДЛЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

А.Ю. Сіренко, студент,  
М.Ю. Сліпушко, аспірант  
Сумський державний університет, Україна  
adreanos23@mail.ru

Практика розробки електронних засобів навчання у лабораторії педагогічних інновацій СумДУ вказує на необхідність створення універсальних динамічних об'єктів, які можуть використовуватися у віртуальних лабораторних роботах різних дисциплін природничого циклу [1]. Вона викликана не тільки зростаючою кількістю студентів дистанційної форми навчання в останні роки, але й повною, у випадках проведення небезпечних дослідів, або частковою відсутністю обладнання для проведення лабораторних робіт студентами денної форми навчання СумДУ.

Тому був обраний напрям розробки електронних об'єктів для віртуальних лабораторних робіт, які відповідають наступним якостям:

- універсальність – можливість швидкого імпорту у лабораторні роботи різних дисциплін;
- динамічність – вибір необхідних властивостей об'єкту шляхом зміни динамічних параметрів цих об'єктів;
- автономність – наявність інтерфейсу для зміни параметрів кожного об'єкту, що не потребує спеціалізованих комп'ютерних знань і дозволяє викладачу самостійно пристосовувати об'єкт до конкретних

цілей. Технічно це реалізовано завдяки застосуванню супроводжувального структурованого файлу, у якому зберігаються і змінюються динамічні параметри;

- реалістичність і інтерактивність - в силу своїх потужних можливостей для реалізації якісної анімації та інтерактивності було вирішено застосовувати інтегроване середовище Adobe Flash.

На теперішній час, реалізований приклад таких об'єктів - універсальний динамічний об'єкт «Аналітичні ваги», який застосовується для викладання фізики, хімії та біохімії, а також і як самостійний тренажер для набуття навичок роботи з відповідним дорогоцінним обладнанням. Імпорт у віртуальні роботи, які розроблені застосовуючи технології Adobe Flash, відбувається завдяки використанню стандартних зручних можливостей цього середовища, у іншому випадку – за рахунок формування спільного HTML контенту. Такі якості як динамічність і автономність також реалізовані. Так, наприклад, викладач змінюючи XML-файл може змінювати кількість і вагу гирь та змінювати предмет зважування. Дидактичний принцип інтерактивності реалізовується у тому, що користувач самостійно підносить гирі, предмет зважування, включає/виключає арретир, знімає покази вимірювання маси.

Розробка «Аналітичні ваги» розміщена на сайті дистанційного навчання СумДУ у розділі «Практичні матеріали» (<http://dl.sumdu.edu.ua/demo/>).

1. Любчак В.О., Купенко О.В., Лаврик Т.В., Муліна Н.І., Кузіков Б.О., Возна І.В. Дистанціне навчання: досвід впровадження в українському університеті: Монографія. — Суми: Вид-во СумДУ, 2009. — 160 с.

## АЛГОРИТМ ФУНКЦІОНУВАННЯ GOOGLE WAVE-РОБОТА ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ E-LEARNING

Б.О. Кузіков, аспірант  
Сумський державний університет, Україна  
kuzikoff@ukr.net

Перелічимо ресурси до яких має доступ звичайний користувач у рамках вивчення навчального курсу, на прикладі СДН Сумського державного університету [1]: статичний текст лекцій, активні завдання, система повідомлень, статистика виконання завдань.

В приведеній на рис. 1 схемі фігурують чотири зовнішні сутності: адміністратор, студент, веб-сервер КНС та провайдер хвили. Процес «Упорядник навчальної траєкторії» являє собою інтелектуального агента. Інші процеси презентують допоміжне програмне забезпечення.

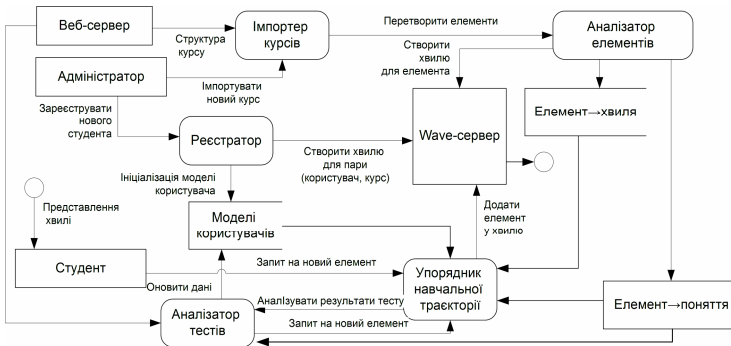


Рис. 1. Алгоритм функціонування інтелектуального агента

На першому етапі адміністратор робить запит на розміщенні нового курсу в хвилі. Аналізатор завантажує структуру курсу та статичні елементи навчального контен-

ту з серверу КНС. Для кожного з елементів виділяються базові та підсумкові поняття [2]. Від імені робота на хвилювому провайдері кожен елемент розміщується в окремій хвилі – це дозволить контролювати доступ до елемента матеріалу та організувати спільну роботу студентів з ним. Наступним етапом адміністратор реєструє студентів. Для кожного із нових студентів ініціалізується модель студента та створюється нова хвиля, користувачами якої є студент, який вивчає дисципліну та агент, що упорядкує матеріал.

При вивченні кожної нової порції матеріалу у хвилю курсу студенту робот-упорядник додає хвилі елементів контенту, одночасно реєструючи студента, як учасника цих хвиль. Таким чином послідовність та зміст навчального матеріалу студента будуються на базі моделі студента, але в кожен із складових елементів навчальної програми студенти опрацьовують колективно. Виключенням із правил є лише тести – агент транслює їх із серверу у субхвилю персонально для кожного з студентів.

Окремо слід відмітити процес модифікації моделі користувача. Базою для її побудови є поняття, які були відокремлені на етапі імпорту курсу, та результати тестування. Зв'язок між тестовими запитаннями та елементами лекційного матеріалу будується на базі матриці зв'язності навчального контенту [3].

1. Lyubchak V.O., Kuzikov B.O. E-Learning In Sumy State University: Peculiarities and Implementation Experience // Information Technologies Management and Society: The 7rd International Conference Information Technologies and Management. - Riga, 2009.
2. Brusilovsky P. Concept-Based Courseware Engineering for Large Scale Web-based Education //Davies G., Owen C., World Conference of the WWW and Internet, San Antonio, TX, Oct. 30 - Nov. 4, 2000. –с.69-74.
3. Kuzikov B.O. Creation connectivity matrix of E-content elements for distance learning//Nauka I studia.-№6(18) 2009., Przemysł.-с.62-66

## **ОПТИМІЗАЦІЯ КОНТРОЛЬНИХ ДОПУСКІВ НА ОЗНАКИ РОЗПІЗНАВАННЯ СИСТЕМИ E-LEARNING В РАМКАХ РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ**

Р.Б. Барило, аспірант  
Сумський державний університет, Україна  
roman.barylo@gmail.com

Підвищення ефективності навчання шляхом впливу на індивідуальну траєкторію навчання студента органічно пов'язано із розробкою та впровадженням інтелектуальних інформаційних технологій, що базуються на ідеях та методах машинного навчання.

Нормалізація образів у рамках інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технологія) аналізу та синтезу систем керування, що навчаються, [1] здійснюється безпосередньо в процесі навчання системи шляхом цілеспрямованої трансформації апріорного нечіткого розбиття простору ознак на класи розпізнавання в чітке розбиття еквівалентності. Алгоритм оптимізації контрольних допусків, як і інших параметрів навчання у рамках ІЕІ-технології полягає у наближенні глобального максимуму інформаційного критерію оптимізації до найбільшого його значення в області значень функції критерію.

Розглянемо оптимізацію апріорного нечіткого розбиття для чотирьох класів:  $X_1^o$ ,  $X_2^o$ ,  $X_3^o$  і  $X_4^o$ , які характеризують стан знань студента на «4», але відрізняються один від одного тим, за причиною не достатнього знання якого модуля студент не зміг отримати «5».



За базовим алгоритм навчання оптимальні радіуси контейнерів у кодових одиницях дорівнюють відповідно:  $d_1^* = 4$ ,  $d_2^* = 4$ ,  $d_3^* = 3$  та  $d_4^* = 3$ .

На рис. 1 показано динаміку зміни критерію функціональної ефективності (КФЕ) навчання в процесі оптимізації параметру поля допусків  $\delta$ .

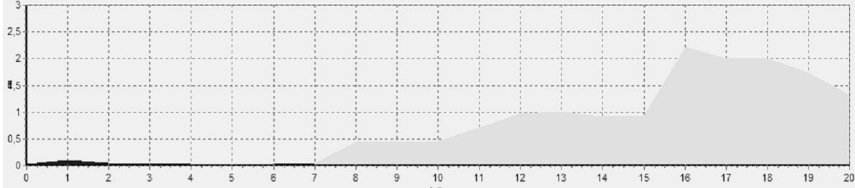


Рис. 1. Оптимізація параметра поля контрольних допусків за паралельним алгоритмом

Таким чином оптимальне значення параметра стартового поля допусків дорівнює  $\delta^* = 16$  відносних одиниць для всіх ознак розпізнавання. Усереднене значення КФЕ навчання для чотирьох класів є значно більшим ( $\bar{E}^* = 2,2$ ) у порівнянні з базовим алгоритмом навчання, але воно не досягає граничного значення критерію. Після послідовної оптимізації контрольних допусків на етапі навчання ми одержали наступні контейнери:

$$X_1 = (0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0); R_1 = 4;$$

$$X_2 = (1,1,1,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,0); R_2 = 3$$

$$X_3 = (1,1,1,1,1,1,0,0,0,1,1,1,1,1,0); R_3 = 3$$

$$X_4 = (1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,1,1,1,0); R_4 = 3$$

Таким чином значення КФЕ значно виросло, що наблизило наше розбиття до чіткого та забезпечило виконання одного з базових принципів ІЕІ-технології. Як наслідок ми отримали значно більшу достовірність класифікації.

1. Краснополюсовський А.С. Інформаційний синтез інтелектуальних систем керування: Підхід, що ґрунтується на методі функціонально-статистичних випробувань. – Суми: Видавництво СумДУ, 2004.

## ДОСТОВЕРНОСТЬ КМС КАК КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

А.П. Чекалов, к. т. н., доцент,

М.С. Бабий, к. т. н., доцент,

С.П. Шаповалов, к. ф.-м. н., доцент,

В.К. Ободяк, к. т. н., доцент

Сумский государственный университет, Украина

AP.Chek@sumdu.edu.ua

Разработчики шкалы оценивания ECTS определяют критерии оценок довольно размыто [1]. Например, оценка А ("отлично") выставляется студенту, который выполняет задание "с незначительным количеством ошибок". С другой стороны, КМС предлагает следующее процентное соотношение оценок: "отлично" (А) достойны 10% студентов, "хорошо" (В и С) — 55%, а "удовлетворительно" (D и E) — 35%.

Авторы, используя описанное процентное соотношение оценок в рамках скалярной модели студента (СМС) [2] попытались уточнить критерии оценок КМС. Для этого были использованы данные ГЭК, который проводился для студентов кафедры информатика СумГУ в 2008 г. ГЭК проводился по следующей схеме рис. 1.

В процессе ГЭК были получены результаты (табл. 1) на множестве 76 студентов.

Таблица 1 Результаты государственного экзамена

Группа	"отлично"	"хорошо"	"удовлетворительно"
Ін-41	11%	54%	35%
Ін-42	8%	62%	30%
Ін-43	9%	62%	29%

Среднеарифметические оценки таковы: "отлично" —

9,3%, "хорошо" — 59,3% и "удовлетворительно" — 31,3%. Эти результаты хорошо совпадают с процентными соотношениями оценок КМС.

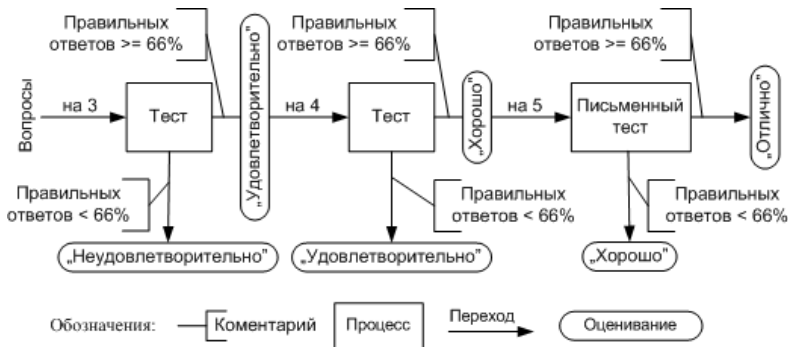


Рис. 1. Схема оценки знаний

Совпадение результатов, которые получены в рамках модели студента СМС с европейским опытом, изложенным в КМС, позволяет уточнить критерии оценок шкалы оценивания ECTS следующим образом:

- оценки D и E ("удовлетворительно") выставляют студенту, который способен воспроизводить информацию без подсказки для решения типовых задач;
- оценки B и C ("хорошо") выставляют студенту, который способен применять пройденный материал к решению аналогичных задач;
- оценка A ("отлично") выставляется студенту, который способен применять пройденный материал к решению новых задач.

1. Коментар до положення про модульно-рейтингову систему контролю і оцінювання успішності навчання студента — [http://www.sumdu.edu.ua/ua/general/structure/-branch/method/data/Komentar\\_do\\_MRS.doc](http://www.sumdu.edu.ua/ua/general/structure/-branch/method/data/Komentar_do_MRS.doc)
2. Чекалов А.П., Шаповалов С.П. Организация автоматизированного контроля знаний на основе скалярной модели ученика — II Міжвузівська науково-технічна конф. викладачів, співробітників і студентів Суми, 2007 с. 70-74

Наукове видання

# **Інтелектуальні системи в промисловості і освіті (ІСПО) – 2009**

Тези доповідей  
Другої міжнародної науково-технічної конференції  
(Суми, 3-5 грудня 2009 року)

Відповідальний за випуск проф. А.С. Довбиш  
Комп'ютерне верстання С.С. Мартиненка, І.В. Шелехова

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 8,60. Обл.-вид. арк. 6,87. Тираж 80 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач  
Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №3062 від 17.12.2007.