



Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Тернопільський національний економічний університет  
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій  
Асоціація фахівців комп'ютерних інформаційних технологій  
Рада молодих вчених THEU



**МАТЕРІАЛИ**

**II Всеукраїнської школи-семінару  
молодих вчених і студентів**

# **СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**ADVANCED COMPUTER INFORMATION TECHNOLOGIES**

**4-5 травня 2012 року**

**THEU  
Тернопіль  
2012**

C41

УДК 004.2-3+004.9+51.7+519.6-8

**Організатори школи-семінару:**

Тернопільський національний економічний університет  
за підтримки «Асоціації фахівців комп'ютерних інформаційних технологій»

C41 Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: Матеріали II Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів АСІТ'2012. – Тернопіль: ТНЕУ, 2012. – 226 с.

У матеріалах конференції опубліковані результати наукових досліджень і розробок науковців та студентів факультету комп'ютерних інформаційних технологій ТНЕУ, а також інших навчальних і наукових закладів України з таких напрямків: математичні моделі об'єктів та процесів; комп'ютерні мережеві технології, спеціалізовані комп'ютерні системи; цифрова компресія, оброблення, синтез та розпізнавання сигналів і зображень; паралельні та розподілені обчислення; прикладні засоби програмування та програмне забезпечення; бази даних і знань та побудова інтелектуальних систем на їх основі; комп'ютерні технології інформаційної безпеки; інформаційно-аналітичне забезпечення економічної діяльності.

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, інженерно-технічних працівників, аспірантів та студентів.

**Відповідальний за випуск:**

*Дивак М. П., д. т. н., професор, декан факультету комп'ютерних інформаційних технологій*

*Рекомендовано до друку*

*Вченою Радою факультету комп'ютерних інформаційних технологій*

*Тернопільського національного економічного університету*

*(протокол №7 від 17.04.2012 р.)*

*Відповідальність за достовірність, стиль викладення та зміст надрукованих матеріалів  
несуть автори.*

**ISBN 978-966-654-301-4**

**©ТНЕУ, 2012**

**© колектив авторів, 2012**

## ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

ЮРІЙ Сергій Ілліч	<i>д.е.н., професор (ТНЕУ) – голова</i>
ДИВАК Микола Петрович	<i>д.т.н., професор (ТНЕУ) – співголова</i>
БОДНАР Дмитро Ількович	<i>д.ф.-м.н, професор (ТНЕУ)</i>
ВАСИЛЬЄВА Наталія Костянтинівна	<i>д.е.н., професор (Дніпропетровський державний аграрний університет)</i>
ЛИЧАК Михайло Михайлович	<i>д.ф.-м.н., професор (Інститут космічних досліджень НАНУ-НКАУ)</i>
ЛУГОВОЙ Анатолій Васильович	<i>к.т.н., професор (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)</i>
ЛУПЕНКО Сергій Анатолійович	<i>д.т.н., професор (Тернопільський національний технічний університет ім. І Пулюя)</i>
ЛЯШЕНКО Оксана Миколаївна	<i>д.е.н, професор (ТНЕУ)</i>
МЕЛЬНИК Анатолій Олексійович	<i>д.т.н., професор (НУ «Львівська політехніка»)</i>
МИСЛОВИЧ Михайло Володимирович	<i>д.т.н., професор (Інститут електродинаміки НАНУ)</i>
НИКОЛАЙЧУК Ярослав Миколайович	<i>д.т.н., професор (ТНЕУ)</i>
ПАСІЧНИК Володимир Володимирович	<i>д.т.н., професор (НУ «Львівська політехніка»)</i>
РІППА Сергій Петрович	<i>д.е.н., професор (Національний університет державної податкової служби України)</i>
РОМАНЮК Олександр Никифорович	<i>д.т.н., професор (Вінницький національний технічний університет)</i>
САЧЕНКО Анатолій Олексійович	<i>д.т.н., професор (ТНЕУ)</i>
СТАХІВ Петро Григорович	<i>д.т.н., професор (НУ «Львівська політехніка»)</i>
СТЕПАШКО Володимир Семенович	<i>д.т.н., професор (Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОНмолодьспорту України)</i>
ЯВОРСЬКИЙ Богдан Іванович	<i>д.т.н., професор (Тернопільський національний технічний університет ім. І Пулюя)</i>

# ЗМІСТ

## МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТІВ ТА ПРОЦЕСІВ

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАПАСІВ НАФТОПРОДУКТІВ ПРИ ВИПАДКОВОМУ ХАРАКТЕРІ ПОПИТУ Гетьман О.М., Інжуватова Н.Я. ....	12
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНИХ ПРОЦЕСІВ ОДНОКОМПОНЕНТНОЇ КОНВЕКТИВНОЇ ДИФУЗІЇ В РІЗНОПОРИСТИХ СЕРЕДОВИЩАХ Бомба А.Я., Присяжнюк І.М., Присяжнюк О.В., Гомон К.О.....	13
АВТОМАТИЗАЦІЯ МЕТОДУ КВАЗІКОНФОРМНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВИТІСНЕННЯ ЗА УМОВ ІСНУВАННЯ ТРИЩИН ГРП Бомба А.Я., Сінчук А.М. ....	15
ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ МЕРЕЖ ПЕТРІ Василець В.Ю. ....	16
МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ССДС СИСТЕМИ ПІД ДІЄЮ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ Вовкодав О.В. ....	17
ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ Волошко О.В., Барандич К.С.....	18
УДОСКОНАЛЕНИЙ ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ІНТЕРВАЛЬНОГО РІЗНИЦЕВОГО ОПЕРАТОРА Дивак М.П., Сирник А.О., Войтюк І.Ф. ....	20
СЕЛЕКТИВНІСТЬ ПАРАМЕТРІВ ЕПОКСИКОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ З ПІДВИЩЕНИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ Добротвор В.І., Котик В.І., Ковальчук М.С., Ракочій А.В.....	22
МЕТОД ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МАКРОМОДЕЛІ У ВИГЛЯДІ ІНТЕРВАЛЬНОГО РІЗНИЦЕВОГО ОПЕРАТОРА ІЗ РОЗДІЛЕННЯМ ВИБІРКИ ДАНИХ Дивак Т.М. ....	22
МОДЕЛЮВАННЯ МАКРОМАСШТАБНИХ КЛАСТЕРНИХ СТРУКТУР АВТОБУСНОГО ПАРКУ Добротвор І.Г., Чума О.В., Кучкодан В.М. ....	24
МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛІВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ ВІД ТОЧКОВИХ ДЖЕРЕЛ НА ОСНОВІ ДЕТЕРМІНІСТИЧНОГО ПІДХОДУ Крепич С.Я.....	25
РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АЕРОДИНАМІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ АВТОКОРПУСІВ Кривий Р.З., Ціжман Я.І. ....	27
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДМОВОСТІЙКОЇ СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВКЛАДЕНИХ МАЖОРИТАРНИХ СТРУКТУР В МАЖОРИТАРНУ СТРУКТУРУ Змисний М.М., Муляк О.В. ....	29
ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО ПРОФІЛАКТИЧНОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЖЕРЕЛА БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЦЕНТРУ ОБРОБКИ ДАНИХ Кузнецов Д.С. ....	31
ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ІНТЕРВАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ СТАТИЧНИХ СИСТЕМ Манжула В.І., Мачула В.Я. ....	33

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІБЛІОТЕЧНИХ РЕСУРСІВ ТА ФАКТОРІВ ЇХ ФОРМУВАННЯ	
Манжула В.І., Островський А.В. ....	36
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ	
Марценюк Є.О., Масник Р.І. ....	37
МОДЕЛЮВАННЯ ВИНОРОБНОГО БРОДІННЯ З ДВОМА КУЛЬТУРАМИ МІКРООРГАНІЗМІВ	
Марценюк Є.О., Піговський Ю.Р., Тюрін В.О. ....	39
МЕТОД СИНТЕЗУ КОНФІГУРАЦІЇ ОЦІНОК ОБЛАСТІ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛЕЙ	
Мелех О.П. ....	41
ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ РЕЗЕРВОВАНОЇ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОЇ СИСТЕМИ З СПІЛЬНИМ КОВЗНИМ РЕЗЕРВОМ МОДУЛІВ ОСНОВНОЇ ТА РЕЗЕРВНОЇ ПІДСИСТЕМ	
Муляк О.В., Змисний М.М. ....	43
ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ В ЗАДАЧІ СТРУКТУРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РІЗНИЦЕВОГО ОПЕРАТОРА	
Очеретнюк Н.П., Дивак М.П., Войтюк І.Ф. ....	45
МЕТОД СТРУКТУРУВАННЯ ТЕМАТИЧНИХ ВЕБ-САЙТІВ НА ОСНОВІ НАПРАВЛЕНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОШУКУ	
Пасічник Н.Р. ....	47
МОДЕЛЮВАННЯ ІНДИКАТОРІВ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНИХ НЕЙРОМЕРЕЖ РАДІАЛЬНОГО ТИПУ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ІНТЕРВАЛЬНИХ ДАНИХ	
Савка Н.Я. ....	49
КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ТОРКАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ	
Скицюк В.І., Діордіца І.М. ....	51
МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	
Цебрій Р.І., Масляк Б.О., Сорока М.І. ....	52
МОДЕЛЮВАННЯ РІВНЯ ГЛЮКОЗИ В КРОВІ У ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ	
Чайківська Ю.М. ....	53
МЕТОД ІНДУКТИВНОГО ФОРМУВАННЯ АПРОКСИМУЮЧОЇ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ЗАДАЧ НАБЛИЖЕННЯ ІЗ ЗАДАНОЮ ТОЧНІСТЮ	
Штундер О.М. ....	54
ВЗАЄМОКОРЕЛЯЦІЙНИЙ КОГЕРЕНТНИЙ АНАЛІЗ ЦИКЛОСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ	
Юзефович Р.М., Яворський І.М., Кравець І.Б., Мацько І.Й. ....	56
ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ДИСКРЕТНОГО ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ	
Яворський М.В., Гончар Л.І., Гончар Т.В. ....	58
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛІТИЧНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ ЧОТИРЬОХПОЛЮСНИКА	
Якубів Р.Є., Бадищук В.І. ....	59
ЕЛЕКТРОННИЙ КАТАЛОГ ОПТИМАЛЬНИХ ПЛАНІВ ІНТЕРВАЛЬНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ	
Пукас А.В., Рудяк Р.О., Сівер Д.В., Серета Р.Р. ....	60

## **КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ**

PEER-TO-PEER SWARM BEHAVIOR ON A UNIFORM MESH	
Poryuev G.V. ....	62
МОДЕЛЬ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ МЕРЕЖІ ПЕТРІ	
Бобровник Я.О. ....	63

ПОШУК ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ НА ОСНОВІ МУРАШКОВОГО АЛГОРИТМУ Вальків В.Д., Ясінчук В.І. ....	66
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ПЕРЕДАЧІ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ДАНИХ У КЛІЄНТ-СЕРВЕРНИХ СИСТЕМАХ Зелінський В.О., Романовський В.В. ....	67
ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ БЕЗПРОВІДНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ Кекот І.Ю. ....	68
СКАНУВАННЯ ПОРТІВ МЕРЕЖЕВИХ ОБ'ЄКТІВ Коростенський А.Б. ....	69
МЕТОД ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ СИГНАЛЬНИХ КОРЕКТУЮЧИХ КОДІВ Николайчук Я.М., Гринчишин Т.М., Копчишин Т.В. ....	70
ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ ВІДКРИТИХ ОПТИЧНИХ КАНАЛІВ Николайчук Я.М., Іванюк Д.В., Фаберський С.М. ....	71
АНАЛІЗ ЕМЕРДЖЕНТНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ Николайчук Я.М., Лисий В.В., Карась Р.Є. ....	73
МУЛЬТИАГЕНТНИЙ МЕТОД ПОШУКУ ЧИСЛОВИХ ДАНИХ В ГЛОБАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ Піговський Ю.Р., Парій Р.П. ....	75
МАРШРУТИЗАЦІЯ В БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ Приходько А.І., Букай М.Я. ....	77
ВИМІРЮВАННЯ ДЖИТЕРА СИГНАЛІВ ЦИФРОВИХ КАНАЛІВ НА ОСНОВІ ФАЗОВОГО АНАЛІЗАТОРА Прокопчук С.О., Чирка М.І., Дехтяр І.В. ....	78
ВИКОРИСТАННЯ QOS I 802.1P В КОМУТАТОРАХ D-LINK DGS-3627, 3612, DES-3200 -26 Федіна Т.В. ....	79
ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ВУЗЛІВ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ Яцків Н.Г, Мандзій В.А. ....	80

## **СПЕЦІАЛІЗОВАНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ**

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЦИФРОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗІ СКІНЧЕННОЮ ТА НЕСКІНЧЕННОЮ ІМПУЛЬСНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ПРОЦЕСОРАХ ЗАГАЛЬНОГО ТА СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ Іванов Я.О. ....	82
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ Возна Н.Я., Ключка О.М., Марканич Н.І. ....	84
КОНВЕЕРНАЯ РЕАЛІЗАЦІЯ НА FPGA СУММАТОРОВ И УМНОЖИТЕЛЕЙ Волошин Д.Н., Зинченко Ю.Е., Войтов Г.В. ....	86
ПРИСТРІЙ КОДУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В СИСТЕМІ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ Гайовий А.В., Лісовий Ю.В. ....	88
ОСОБЛИВОСТІ ВЕРИФІКАЦІЇ СИСТЕМ-НА-КРИСТАЛІ НА БАЗІ FPGA Горохов І.В., Шерекін О.О., Корченко О.О., Зінченко Ю.Є. ....	89
ХАРАКТЕРИСТИКИ БАГАТОРІВНЕВИХ ПСЕВДОВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ Демчук В.В., Трофимюк Р.М. ....	91
МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ СПОЖИВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРІВ Довбенко Р.В., Кочан В.В. ....	93

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРИСТРОЮ ГЛОБАЛЬНОЇ НАВИГАЦІЇ Кипибіда Д.Д. ....	95
ДИАГНОСТИКА АНАЛОГОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ НА БАЗЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ Коваленко И.А., Ковалев А.М., Лобанов Е.В., Зинченко Ю.С., Ханаев В.В. ....	97
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ЛІЧІЛЬНИКІВ ТА ГЕНЕРАТОРІВ КВАЗИВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ В БАЗИСІ ГАЛУА Копач І.В., Бідун М.Б. ....	99
ЗАСОБИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНІВ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ Николайчук Я.М., Борисенко А.М., Кацьма М.С. ....	101
СИСТЕМНІ ВЛАСТИВОСТІ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ СКС Николайчук Я.М., Масло А.Р. ....	103
ОГЛЯД ПІДХОДІВ ПРИ ВИБОРІ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО СУПРОВОДУ ОБ'ЄКТІВ Теслюк В.М., Маркелов О.Е., Качала В.Б. ....	105
КОРЕЛЯЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ДВОМІРНИХ КОДОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ Томчак Р.М., Гайдук І.В. ....	108
АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДО УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ МАГНІТНОЇ СПРИЙНЯТЛИВОСТІ СЛАБОМАГНІТНИХ МАТЕРІАЛІВ Цмоць В.М., Щупляк А.Н., Павловський Ю.В., Павловська Н.Т. ....	111

## **ЦИФРОВА КОМПРЕСІЯ, ОБРОБЛЕННЯ, СИНТЕЗ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ СИГНАЛІВ І ЗОБРАЖЕНЬ**

АЛГОРИТМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ ЗОБРАЖЕННЯ ОБЛИЧЧЯ Базелюк Д.В., Палій І.О. ....	112
ВИДІЛЕННЯ НЕЧІТКИХ ФРАГМЕНТІВ ОБ'ЄКТІВ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕНТРОПІЇ Бомба А.Я., Шпортко О.В., Яйлимов Б.Я., Шпортко Л.В. ....	114
СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОЇ МІКРОСКОПІЇ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ГЛОК І ГРАНИЦЬ Гаврилюк Р.І. ....	117
МЕТОДИ СТИСНЕННЯ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ Дорош А.Є., Гриб Х.Б., Любчик Д.М. ....	118
ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ СТИСНЕННЯ ДАНИХ НА ОСНОВІ РАНДОМІЗАЦІЇ Коваль І.С., Семеляк М.Б. ....	119
СИСТЕМАТИЗОВАНИЙ ОГЛЯД ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ОБРОБКИ ЗВУКОВИХ ДАНИХ Маркелов О.Е., Мельник М.Р., Косовський В.М. ....	121
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СЕГМЕНТАЦІЇ ПІВТОНОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ Матвійків В.П. ....	124
ВПЛИВ ШУМУ НА ПОХИБКУ САМОПОВІРКИ АНАЛОГО-ЦИФРОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ Нікулін Ю.В., Кочан Р.В., Кочан В.В. ....	126
МЕТОД СТИСНЕННЯ ВІДЕОДАНИХ НА ОСНОВІ ЕНТРОПІЙНОГО АНАЛІЗУ Полюшкевич В.А., Паздрій І.Р., Осадчук О.Й. ....	128
МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИСОКО-КОНТРАСТНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ГРАФІЧНОМУ ЗОБРАЖЕННІ НА БАЗІ АЛГОРИТМУ ПЕРСЕПТИВНОГО ХЕШУВАННЯ Пукас А.В., Сороцький А.Т. ....	129

МЕТОД АДАПТИВНОГО КВАНТУВАННЯ КОЛЬОРІВ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕННЯ	
Сегін А.І., Сороцький А.Т. ....	131
АНАЛІЗ ТА АРХІВУВАННЯ АСИМЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ БЕЗ ВТРАТ	
Смірнов Д.С. ....	133
МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ ГІБРИДНОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОПРАЦЮВАННЯ БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ	
Трійчук О.Ю. ....	134
ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТНОЇ СКЛАДНОСТІ АЛГОРИТМУ БАГАТОІМПУЛЬСНОГО КВАНТУВАННЯ З МАКСИМАЛЬНОЮ ДОСТОВІРНІСТЮ	
Шевчук Р.П., Мориляк Ю.Ю. ....	135

## **ПАРАЛЕЛЬНІ ТА РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ**

УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД ПОСЛІДОВНОГО I <sub>g</sub> -ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ НА ОСНОВІ РОЗПАРАЛЕЛЕННЯ ОБЧИСЛЕНЬ	
Пукас А.В., Зайко Ю.О. ....	138
НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ ФУНКЦІЙ ПЕРЕТВОРЕННЯ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИХ СЕНСОРІВ	
Зембицький О.С., Кочан В.В. ....	140
ВИБІР РЕКОНФІГУРОВАНОГО ЯДРА ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСОРНОГО ВУЗЛА	
Ляпандра А.С. ....	142
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПАРАЛЕЛЕННЯ ОБЧИСЛЕНЬ НА ГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСОРАХ І РІЗНИХ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ	
Струбицька І.П. ....	143
ДИНАМИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ СИНХРОНИЗАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
Тесленко Г.А., Попов Ю.В., Ладыженский Ю.В. ....	145
ПАРЕТО-ОПТИМАЛЬНИЙ БРОКЕР ГРІД-РЕСУРСІВ	
Турченко В.О., Пуголь Т.О., Шульц В.О., Саченко А.О. ....	146
ОРГАНІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ НА ПОТУЖНОСТЯХ КЛІЄНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ WEB-БРАУЗЕРА	
Шолох О.О. ....	148

## **ПРИКЛАДНІ ЗАСОБИ ПРОГРАМУВАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПРИБЛИЗНОЇ ТРИВАЛОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
Мельник М.В. ....	150
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДИНАМІЧНИХ ПРИМІТИВІВ	
Адамович В.І., Прокопів В.В. ....	152
ПРОГРАМНА ОБОЛОНКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	
Варава А.С., Клим Г.І. ....	153
ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ПІДТРИМКИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ ПОБУТОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ	
Дедьо М.Я. ....	154
ВЕБ-ОРІЄНТОВАНИЙ КОНСТРУКТОР ФУНКЦІЙ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ІНТЕРВАЛЬНИХ РІЗНИЦЕВИХ ОПЕРАТОРІВ	
Дивак М.П., Кобилянський І.Я. ....	155



ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОНТЕНТОМ WEB-САЙТУ Дутка Н.М. ....	157
ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОПРАЦЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО СИГНАЛУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЕЛЕКТРО-ФІЗІОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ГОРТАННОГО НЕРВА Козак О.Л., Медвідь Х.М. ....	158
ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ЗІ ЗВОРОТНІМ РОЗПОВСЮДЖЕННЯМ ПОМИЛКИ Кулик С.В. ....	160
ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ПОТОКОВОГО МУЛЬТИМЕДІА З ПІДТРИМКОЮ ПСЕВДОСТРИМІНГУ Спільчук В.М., Вікторчук Т.М., Фартушний В.В. ....	161
СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО І СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА Хамидуллина Е.Д., Годла А.С., Губенко Н.Е. ....	162
ОСОБЛИВОСТІ ТЕСТУВАННЯ ГРАФІЧНОГО КОРИСТУВАЦЬКОГО ІНТЕРФЕЙСУ Чича В.В. ....	164
РЕІНЖЕНЕРІЯ WEB-ПОРТАЛУ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТНЕУ Шпінталь М.Я., Грабовенко С.В. ....	165
ЕКСПЕРТНА WEB- ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ГОТЕЛЕМ Шпінталь М.Я., Самагальський О.В. ....	166
ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПІДТРИМКИ ЕТАПУ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ Вдовинюк А.В. ....	167
МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ВІДМОВ ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ Журавський О.А. ....	168
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ЧАСУ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ Логін Т.І. ....	169

## **БАЗИ ДАНИХ І ЗНАТЬ ТА ПОБУДОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ НА ЇХ ОСНОВІ**

WEB-ОРІЄНТОВАНА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТЕНДЕРІВ Назар Р.М. ....	171
WEB-ПОРТАЛ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ Бемба І.Я. ....	172
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГЕОФІЗИЧНИХ ДАНИХ НА ОСНОВІ АКУСТИЧНОГО КАРОТАЖУ Василяка М.С., Трембач Р.Б., Васильків Н.М. ....	173
МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОЛЯ ІНТЕРНЕТ Ільницька Л.І., Гончар Л.І. ....	174
СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРОЦЕСІВ КОНФІГУРУВАННЯ ПК Остапенко В.В., Дивак М.П. ....	175
ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ ТА ЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ 35/10 кВ Катюха І.А. ....	177
СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ЯК ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПОРТАЛ В СЕРЕДОВИЩІ СЕМАНТИЧНОГО ВЕБУ Коваль В.С., Лендюк Т.В., Ріппа С.П. ....	179

WEB-ПОРТАЛ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА Комарницька Ю.І. ....	181
ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСІВ ПРОДАЖУ АВТОМОБІЛІВ Маркевич І.Я. ....	182
МЕТОД СИНХРОНІЗАЦІЇ БАЗ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ХЕШ-ФУНКЦІЙ НА ОСНОВІ НЕЛІНІЙНОГО РОЗБИТТЯ ТАБЛИЦЬ Мельник А.М., Гарах О.О. ....	183
МЕТОД ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ АПАРАТНИХ РЕСУРСІВ ТА ПЛАНУВАННЯ ЇХНЬОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ Піговський Ю.Р., Романюк В.М. ....	184
ВРАХУВАННЯ СТРУКТУРОВАНОСТІ ДАНИХ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ГІБРИДНИХ СХОВИЩ ДАНИХ Яцишин А.Ю. ....	185
МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ Співак І.Я., Неділенько О.В. ....	187
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ Шпінталь М.Я., Подобайло С.В. ....	188

## **КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ**

РИСКИ ВОВЛЕЧЕННЯ БІЗНЕСА В СОЦІАЛЬНІ СЕТИ Губенко Н.Е., Целуйко О.А. ....	189
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛОВ SET И SSL Губенко Н.Е., Кайдановский К.А., Левитасова В.Б. ....	191
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТЫ БАНКОВСКОЙ ИНФОРМАЦИИ Губенко Н.Е., Кибальченко А.В., Синяк А.А. ....	193
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАТРАТ В ИНФОРМАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ Губенко Н.Е., Синяк А.А., Кибальченко А.В. ....	197
ПОЛИТИКА БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ Деркунская Ю.В., Кравчук Я.О., Губенко Н.Е. ....	199
БАЗА ПРАВИЛ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ ВИБОРУ МЕТОДУ МОДУЛЯРНОГО ЕКСПОНЕНЦІЮВАННЯ Дубчак Л.О. ....	202
АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ СТЕГАНОГРАФІЧНИХ СИСТЕМ В МОДЕЛЯХ ПАСИВНОГО ТА АКТИВНОГО СУПРОТИВНИКІВ Касянчук М.М., Квасниця О.В., Самарик П.С. ....	203
АНАЛІЗ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ РИСКІВ Супонина А.О., Штанько Е.И., Губенко Н.Е. ....	204
МОДЕЛЬ ЗАГРОЗ ТА АНАЛІЗ ЗАХИЩЕНОСТІ ПРОТОКОЛУ SSL/TLS ВІД КРИПТОАНАЛІТИЧНИХ АТАК Якименко І.З., Бабюк Д.В., Гнатишин Ю.А. ....	206
ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ВІРУСУ STUXNET Руденко О.Я. ....	207

# ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ КАДРОВОЮ СЛУЖБЮ ПІДПРИЄМСТВА Білоусов І.А., Цимбалюк О.М.....	209
РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ВИПУСКУ ПЕРІОДИЧНИХ ВИДАНЬ Білоусов І.А., Левчак А.С.....	211
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЛАНУВАННЯ РЕКЛАМНИХ ЗАХОДІВ ПІДПРИЄМСТВА Гетьман О.М., Земба Р.Р. ....	212
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ВАРТІСТЮ ПРОДУКЦІЇ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА Гетьман О.М., Ларіонова Г.П. ....	213
МОДЕЛЮВАННЯ РИНКОВОГО СЕРЕДОВИЩА КОНКУРЕНТНИХ ВЗАЄМОЗАМІННИХ ТОВАРІВ НА ОСНОВІ АГЕНТНОГО ПІДХОДУ Ткач І.І., Огнистий А.А. ....	214
МОДЕЛЮВАННЯ СКОРИНГОВОЇ ОЦІНКИ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ПОЗИЧАЛЬНИКА Климчук О.І. ....	216
ЗАДАЧА ПЛАНУВАННЯ ВИПУСКУ ТА ЗБЕРІГАННЯ ПРОДУКЦІЇ З МЕТОЮ ЗАДОВОЛЕННЯ ПОПИТУ СПОЖИВАЧІВ Лукавенко А.І. ....	218
МОДЕЛЬ ДЮПОН ЯК ІНСТРУМЕНТ ФІНАНСОВОГО АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА Манжула В.І., Весельський В.С.....	220
ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ПЛАТОСПРОМОЖНОСТІ КЛІЄНТІВ КРЕДИТНИХ СПІЛОК Марценюк Є.О., Птиць М.В.....	221
МЕТОД ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ЗБИТКІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АВТОТРАНСПОРТОМ Кушнір О.К., Хомік О.В. ....	222
АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК .....	223

УДК 339.564:658.628.001.76

### МОДЕЛЮВАННЯ ЗАПАСІВ НАФТОПРОДУКТІВ ПРИ ВИПАДКОВОМУ ХАРАКТЕРІ ПОПИТУ

Гетьман О.М.<sup>1)</sup>, Інжуватова Н.Я.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> викладач; <sup>2)</sup> студентка*

З метою моделювання запасів при випадковому характері попиту слід взяти дані, які є в значній мірі випадковими і не сформовані згідно явної закономірності. Такими даними є взяті з оборотної відомості підприємства значення величин за певний рік, які дещо відхиляються від середнього значення по роках і носять випадковий характер.

Для побудови прогнозу на майбутній період використаємо метод Триґа-Ліча [1]. Проведення декількох досліджень показує, що середня помилка прогнозу методом Триґа-Ліча становить 8%. Найменший процент похибки прогнозу – при значенні коефіцієнта згладжування рівному 0,95.

Як показують проведені експерименти, ціна не має визначального впливу на величину прибутку. Звісно, від неї залежить обсяг партії, яку підприємство може закупити. Проте при зміні ціни на 20-30% прибуток зростає або зменшується лише на два відсотки. В основному, щодо неї спостерігаються ті ж закономірності, що характерні для рівномірного попиту.

Дослідимо залежність величини прибутку від кількості вільних обігових коштів. Спостерігаємо ситуацію, коли зростання витрачених на закупівлю грошових ресурсів веде до негайного збільшення доходу від реалізації. Дослідження показують, що при зміні суми коштів на 20% дохід теж змінюється, але на 40-50%.

Націнка на нафтопродукти теж впливає на величину прибутку. З досвіду працівників підприємства відомо, що її значення вище 30% мало б вести до зростання доходу. В цьому випадку проблемою є зниження попиту із зростанням ціни. Проте, якщо націнка становить менше 10%, в дев'яти випадках із десяти отримуємо від'ємний прибуток. При її збільшенні до 15% аналогічна ситуація виникає лише двічі, коли вільні обігові кошти перевищують значення постійних витрат на 10% або менше.

Під час оптимізації по коштах спостерігався пропорційний розподіл обсягів по марках відповідно до їх ваг в загальному обсязі. При проведенні оптимізації по витратах такої пропорційності не зберігалось. Це пов'язано з відсутністю аналогічної умови щодо ваг. Проте в кінцевому результаті краще значення прибутку було у випадку оптимізації по витратах. При досить великих обсягах залишків враховувалась відсутність потреби у даному виді нафтопродукту і рекомендований обсяг відповідно дорівнював нулю.

Основним критерієм при виборі оптимального обсягу є очікуваний прибуток від реалізації. Тому при визначенні страхового запасу та часу поповнення замовлення за основу бралися дані, які забезпечували підприємству більший дохід.

Загалом, в процесі експериментальних досліджень було доведено адекватність даної моделі при випадковому характері попиту. За таких умов запропонована модель прогнозує майбутній попит з точністю до 10% та визначає оптимальний обсяг закупівлі, критерієм ефективності якого є величина очікуваного прибутку.

#### Список використаних джерел

1. Бережная Э., Бережнов И. Математические методы моделирования экономических систем. Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 254с.

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНИХ ПРОЦЕСІВ ОДНОКОМПОНЕНТНОЇ КОНВЕКТИВНОЇ ДИФУЗІЇ В РІЗНОПОРИСТИХ СЕРЕДОВИЩАХ

**Бомба А.Я.<sup>1)</sup>, Присяжнюк І.М.<sup>2)</sup>, Присяжнюк О.В.<sup>3)</sup>, Гомон К.О.<sup>4)</sup>**

*Рівненський державний гуманітарний університет*

*<sup>1)</sup> д.т.н., професор; <sup>2)</sup> к.т.н., доцент; <sup>3)</sup> пошукувач; <sup>4)</sup> студентка*

### I. Постановка проблеми

В кінці ХХ на початку ХХІ століття у зв'язку з інтенсивним розвитком науково-технічного прогресу однією із важливих проблем стає ефективне впровадження надсучасних нанотехнологій і наноматеріалів у різних галузях науки та техніки. Зокрема, сьогодні важливим є питання інтенсифікації процесів конвективно-дифузійного масопереносу з метою розробки нових, більш ефективних технологій очищення та розділення багатоконпонентних рідких сумішей. Для цього, очевидно, необхідно провести ґрунтовні дослідження багатошарових каталітичних мікропористих середовищ з різними фізико-хімічними характеристиками. Для інтенсифікації технологічних процесів, підвищення ступеню розділення та очищення вихідних продуктів, раціональнішого використання сорбентів необхідно врахувати чинники внутрішньої кінетики в таких середовищах. Так, зокрема, задачі моделювання процесів адсорбції в мікропористих цеолітних каталізаторах використовуються в технологіях сепарації та очищення газів в хімічній та нафтопереробній галузях, в інженерній екології і т.п. Каталітичне середовище, в якому протікає процес, представляється у вигляді системи мікропористих частинок та системи міжчастинкових порожнин (макропор) і відповідно до цього перенос розглядається як складна система, що враховує взаємозв'язки між внутрішніми градієнтами концентрацій всередині частинок та зовнішніми градієнтами міжчастинкового простору.

У роботах [1-3], з метою врахування впливу дифузійного масопереносу на макрорівні, використано лінійні і нелінійні моделі, які побудовані на частковому врахуванні дифузії в частинках або на інтегральному підході і не враховують структуру середовища. На сьогодні розроблено чимало підходів до моделювання процесів масопереносу в пористих каталітичних середовищах, які дозволяють в достатній мірі враховувати вплив масопереносу на рівні частинок. Зокрема, в [4-6] розглянуто масоперенос забрудненої речовини в кристалічних середовищах частинок мікропористої структури. Актуальною залишається проблема математичного моделювання процесів масопереносу в різнопористих середовищах у випадку превалювання одних складових процесу над іншими, що приводить до появи малого параметра при відповідних членах рівняння.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є розроблення математичної моделі сингулярно збуреного процесу однокомпонентної конвективної дифузії в двопористому наносередовищі з урахуванням масообміну між мікропористими частинками та міжчастинковим простором [5] та побудова асимптотичного наближення розв'язку відповідної задачі, проведення та аналіз результатів комп'ютерного експерименту.

### III. Постановка задачі

В області  $G = \{(x, r, t) : 0 < x < l < \infty, 0 < r < R < \infty, 0 < t < \infty\}$  (рис. 1.) розглядається наступна модельна задача процесу конвективно-дифузійного переносу забруднюючої речовини:

$$\varepsilon a(x, t) u_{xx} - \varepsilon v(x) u_x = a_0(x, t) q'_r(x, R, t) + u_t, \quad (1)$$

$$\varepsilon a_*(x, t) q_{rr} = q_t, \quad (2)$$

$$q(x, r, 0) = q_0^0(x, r), \quad u(x, 0) = u_0^0(x),$$

$$u(0, t) = u_*(t), \quad u'_x(l, t) = 0, \quad q'_r(x, 0, t) = 0, \quad q(x, R, t) = ku(x, t), \quad (3)$$

де  $l$  - довжина наносередовища (фільтра),  $R$  - радіус наночастинки,  $\varepsilon v(x)$  - швидкість конвективного перенесення,  $\varepsilon$  - малий параметр,  $v(x) \geq v_* \gg \varepsilon$ . Рівняння (1) описує масоперенос у міжчастинковому просторі з поточною концентрацією  $u(x, t)$  і містить у правій частині функцію впливу концентрації в пористих частинках на концентрацію в міжчастинковому просторі. Рівняння (2) описує внутрішньочастинковий масоперенос з поточною концентрацією  $q(x, r, t)$ . Коефіцієнти

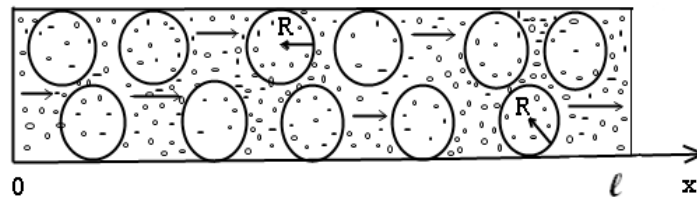


Рисунок 1 - Схема процесу однокомпонентної дифузії

$\varepsilon a(x, t)$  ( $a(x, t) > a_* \gg \varepsilon$ ) та  $\varepsilon a_*(x, t)$  ( $a_*(x, t) > a_* \gg \varepsilon$ ) відповідно характеризують швидкість протікання процесів дифузійного масопереносу в міжчастинковому просторі та в порах частинок, а коефіцієнт  $a_0(x, t)$  ( $a_0(x, t) > a_0 \gg \varepsilon$ ) характеризує вплив внутрішньо-частинкового переносу на міжчастинковий,  $u_*(t)$ ,  $u_0^0(x)$ ,  $q_0^0(x, r)$  - достатньо гладкі функції, узгоджені між собою вздовж ребер та кутових точок даної області. Остання з умов (3) - умова рівноваги на поверхні частинок,  $k > 0$  - константа адсорбційної рівноваги [5].

Розв'язок даної задачі одержано у вигляді асимптотичних рядів [1]:

$$u(x, t) = u_0(x, t) + \varepsilon u_1(x, t) + \dots + \varepsilon^n u_n(x, t) + \sum_{j=0}^{2n} \varepsilon^{j/2} P_{j/2}(\underline{x}, t) + \sum_{j=0}^{2n} \varepsilon^{j/2} E_{j/2}(\bar{x}, t) + R_{nu}(x, t, \varepsilon) \quad (4)$$

$$q(x, r, t) = \sum_{i=0}^n \varepsilon^i q_i(x, r, t) + \sum_{j=0}^{2n} \varepsilon^{j/2} F_{j/2}(x, \underline{r}, t) + \sum_{j=0}^{2n} \varepsilon^{j/2} G_{j/2}(x, \bar{r}, t) + R_{nq}(x, r, t, \varepsilon), \quad (5)$$

де  $u_i(x, t)$ ,  $q_i(x, r, t)$  ( $i = \overline{0, n}$ ) - члени регулярних частин асимптотики, а  $P_{j/2}(\underline{x}, t)$ ,  $E_{j/2}(\bar{x}, t)$ ,

$F_{j/2}(x, \underline{r}, t)$ ,  $G_{j/2}(x, \bar{r}, t)$  ( $j = \overline{0, 2n}$ ) - функції типу примежового шару,  $\underline{x} = \frac{x}{\sqrt{\varepsilon}}$ ,  $\bar{x} = \frac{l-x}{\sqrt{\varepsilon}}$ ,  $\underline{r} = \frac{r}{\sqrt{\varepsilon}}$ ,

$\bar{r} = \frac{R-r}{\sqrt{\varepsilon}}$  - регуляризуючі розтяги,  $R_{nu}(x, t, \varepsilon)$ ,  $R_{nq}(x, r, t, \varepsilon)$  - залишкові члени, шляхом їх

підстановки в (1) - (3) та виконання стандартної процедури прирівнювання коефіцієнтів при однакових степенях  $\varepsilon$ .

### Висновок

У випадку переважання масообмінної компоненти (внутрішньо-частинкового переносу на міжчастинковий) над конвективними та дифузійними (в міжчастинковому просторі та в порах частинок) побудовано асимптотичне наближення розв'язку відповідної модельної сингулярно збуреної задачі для процесу типу дифузія-конвекція-масообмін в двопористому середовищі.

### Список використаних джерел

1. Бомба А.Я. Нелінійні сингулярно збудені задачі типу «конвекція-дифузія» / А.Я. Бомба, С.В. Барановський І.М. Присяжнюк-Рівне: НУВГП, 2008. - 254 с.
2. Бомба А.Я. Нелінійні задачі типу фільтрація-конвекція-дифузія-масообмін за умов неповних даних / А.Я. Бомба, В.І. Гаврилюк, А.П. Сафоник, О.А. Фурсачик // - Монографія - Рівне: НУВГП, 2011. - 275 с.
3. Власюк А.П. Чисельне моделювання процесу переносу сольових розчинів в основах гідротехнічних об'єктів / А.П. Власюк, В.О. Самсонюк, П.М. Зінько // Вісник "Кібернетика". - 2002. - Вип.3. - С. 30-34.
4. Петрик М. Р. Математична модель процесу фільтраційного масопереносу неоднорідних середовищ у сферично-конічних необмежених каналах / М. Р. Петрик // Нелинейные задачи математической физики и их применение: 36. наук. пр. - К.: Ін - т. математики НАН України, 1999. - С. 184 - 188.
5. Петрик М.Р. Моделирование и анализ концентрационных полей нелинейной конкуритивной двухкомпонентной диффузии в среде нанопористых частей / М.Р. Петрик, Ж. Фрессард, Д.М. Михалик // Проблемы управления и информатики. - 2009. - № 4. - С. 73-83.
6. Chen, N.Y., T.F. Degnan and M.C. Smith, Molecular Transport and Reaction in Zeolites: Design and Application of Shape Selective Catalysis, V.C.H. Weinheim, New York, 1994.

# АВТОМАТИЗАЦІЯ МЕТОДУ КВАЗІКОНФОРМНИХ ВІДОБРАЖЕНЬ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ВИТІСНЕННЯ ЗА УМОВ ІСНУВАННЯ ТРІЩИН ГРП

Бомба А.Я.<sup>1)</sup>, Сінчук А.М.<sup>2)</sup>

Рівненський державний гуманітарний університет

<sup>1)</sup>д.т.н., професор, <sup>2)</sup>аспірант

## I. Постановка проблеми

На сьогодні, коли більшість продуктивних родовищ нафти та газу вичерпали свої можливості, у розробку вводяться родовища з важковидобувними запасами. Одним із механічних методів інтенсифікації їх розробки є використання гідравлічного розриву пласта (ГРП), в наслідок якого розширюється область впливу свердловин і формується зв'язок із системою існуючих тріщин (не розкритих цією свердловиною) та зонами підвищеної проникності, значно підвищуються дебіти експлуатаційних свердловин [1]. При цьому ефективність роботи тріщин вимагає підбору адекватних параметрів їх геометрії, аналізу їх взаємодії між собою, визначення впливу розмірів тріщини на фільтраційний процес та значення дебиту свердловин.

## II. Мета роботи

Проаналізувати ефективність гідророзриву та вплив просторової орієнтації тріщин на значення фільтраційної витрати  $i$ , на цій основі, встановити оптимальні значення відповідних їх характеристичних параметрів.

## III. Особливості програмної реалізації

Розроблено рекомендації щодо можливості розпаралелювання побудованого алгоритму (з наступним використанням його при обчисленнях), зокрема, побудовано спеціальну процедуру розрахунку координат граничних вузлів гідродинамічної сітки (на контурах свердловини), коли границя має складну геометричну форму.

## Висновок

У роботі, на основі ідей методів квазіконформних відображень та поетапної фіксації характеристик середовища й процесу [2-3], запропоновано числовий алгоритм визначення притоку пластової рідини до свердловини при наявності тріщин ГРП скінченної проникності, який автоматично вирішує проблему побудови рівномірної гідродинамічної сітки, знаходження частки витісняючої рідини (води) у загальній фільтраційній витраті (зокрема час повного обводнення експлуатаційної свердловини) при наявності збурюючих фільтраційну течію включень (рис. 1(a)), положення лінії розділу різнокольорових рідин у різні моменти часу (рис. 1(b)).

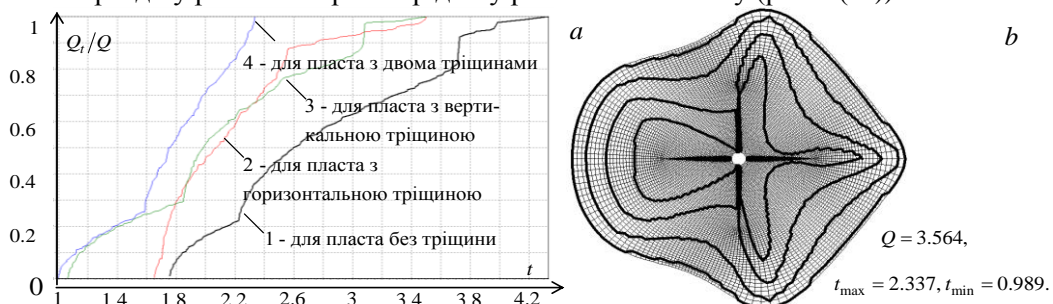


Рисунок 1 - залежність частки витісняючої рідини у загальній фільтраційній витраті від часу – (a) та гідродинамічні сітки і лінії розділу різнокольорових рідин для різних моментів часу – (b)

## Список використаних джерел

1. Бомба А. Я. Метод квазіконформних відображень математичного моделювання нелінійних процесів витіснення за умов існування тріщин гідророзриву пласта / А. Я. Бомба, А. М. Сінчук, С. В. Ярошак // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2011. – № 3(40) С. 32–36.
2. Бомба А. Я. Метод квазіконформних відображень розв'язання модельних задач двофазної фільтрації / А. Я. Бомба, С. В. Ярошак // Доповіді НАН України. 2010. – №10 – С. 34–40.
3. Бомба А. Я. Нелінійні математичні моделі процесів геогідродинаміки / А. Я. Бомба, В. М. Булавацький, В. В. Скопецький – К. : Наукова думка, 2007. – 308 с.

## ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ МЕРЕЖ ПЕТРІ

**Василюк В.Ю.**

*Тернопільський національний економічний університет, студент*

### **I. Постановка проблеми**

За останні роки спостерігається величезний інтерес до комп'ютерних систем для автоматизації всіх видів організацій. Забезпечення надійності є однією з основних завдань розвитку технічних систем. Оцінка надійності виконується на всіх етапах життєвого циклу комп'ютерних систем: від початку їх створення та до експлуатації. Це спонукає все більше приділяти увагу для створення все більш ефективних та точних оцінок їх надійності.

### **II. Мета роботи**

Метою дослідження є розробка власної імітаційної моделі для визначення надійності комп'ютерних систем на основі стохастичної мережі Петрі з більш гнучким алгоритмом який дає би можливість аналізувати графи, та використовувати їхні дані для вирішення проблем в комп'ютерних системах. Моделювання дає змогу провести дослідження складних систем, які не можуть бути виконані традиційними методами. Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробці й дослідженні моделей відмовостійких комп'ютерних систем для оцінки їх надійності із урахуванням зміни параметрів.

### **III. Опис розробленої моделі та алгоритму**

В основі розробленої моделі лежить комп'ютерна система підприємства яка складається досить великої кількості робочих місць. Розроблено метод опису станів відмовостійких комп'ютерних систем, який, на відміну від існуючих, враховує дискретну зміну одного або декількох параметрів і дає змогу отримувати адаптивні моделі, які складаються з наборів фрагментів та зменшувати витрати часу на їх розробку за рахунок направленої вибору залежно від варіантів зміни параметрів відмов і відновлень апаратних засобів. Вдосконалено надійності комп'ютерних систем, які базуються на стохастичних мережах Петрі враховуючи зміну інтенсивностей відмов і відновлень, що дає змогу підвищити точність моделювання і оцінки показників надійності. Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що основні положення реалізовані у вигляді розрахункових моделей, інженерних методів, алгоритмів оцінювання надійності, які є інструментарієм інформаційної технології моделювання і оцінки надійності комп'ютерних систем з урахуванням зміни параметрів.

### **Висновок**

Надійність є визначальною властивістю комплексів критичного і бізнес-критичного застосування, що дає змогу мінімізувати економічні втрати, пов'язані з простоями цих систем. Розроблена модель визначення надійності на основі стохастичних мереж Петрі, дає змогу на етапі розроблення КСМ визначити надійність програмного та апаратного забезпечення системи. Достовірність отриманих результатів підтверджується обґрунтованістю допущень, що приймаються при розробці структурних схем і аналітичних моделей оцінки надійності КСМ.

### **Список використаних джерел**

1. Теслюк В.М., Денисюк П.Ю., Хамза Алі Юсеф Аль Шавабкех, Тарік (Мох'д Тайсір) Алі Аль Омарі Розробка математичних моделей МЕМС на основі мереж Петрі для системного рівня автоматизованого проектування // Моделювання і інформаційні технології. Зб. наук. пр. інституту проблем моделювання в енергетиці ім.Г.Є.Пухова НАН України. – Київ, 2008, Вип. 46. – С.120 – 126.
2. Зайцев Д.А. Мережі Петрі і моделювання систем: Навчальний посібник // , Одеса 2006
3. Питерсон Дж. Теорія сетей Петри и моделирование систем. – М. Мир, 1984. – 264 с.
4. Стрoгалев В. П., Толкачевa И. О. Имитационное моделирование. — МГТУ им. Баумана, 2008. — С. 697-737.



## МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ССДС СИСТЕМИ ПІД ДІЄЮ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Вовкодав О.В.

Тернопільський національний економічний університет, аспірант

### I. Постановка проблеми

Розробка основ інформаційної технології, яка б поєднувала моделі допустимих фізіологічних навантажень адаптовані до особливостей організму хворого та технології автоматизованого моніторингу дотримання хворим рекомендованих обсягів навантаження.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є побудова методів ідентифікації існуючих математичних моделей серцево-судинної та дихальної систем хворого під дією фізичного навантаження.

### III. Особливості побудови математичної моделі ССДС.

Модель фізичних навантажень представлена в роботі [1] дозволяє оцінити споживання кисню в процесі навантаження організму фізичними вправами, що дає нам можливість використовувати її для процесу реабілітації хворих після інфаркту міокарда. Адже при не правильному дозуванні навантаженнями, процес реабілітації може нашкодити ще більше.

Наступна схема характеризує ряд параметрів, під впливом яких відбувається процес реабілітації. Вплив здійснюється прямо на серцево-судинну та дихальну систему (ССДС).

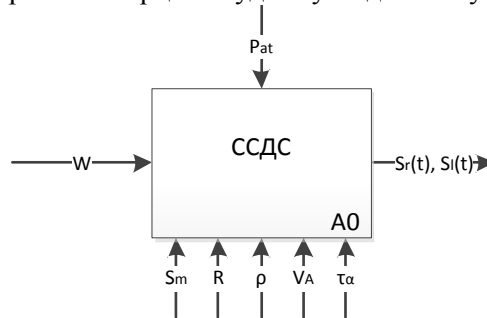


Рисунок 1 – Параметри що характеризують ССДС під дією навантаження

$P_{at}$  – атмосферний тиск,  $W$  – навантаження,  $S_r(t), S_l(t)$  – скоротливості лівого та правого шлуночка,  $S_m$  – скоротливість міокарда,  $R$  – опір судин,  $\rho$  – тренуваність,  $V_A$  – об'єм легень,  $\tau_\alpha$  – витривалість.

Дихальну частину математичної моделі можна представити вигляді масових рівнянь балансу вуглекислого газу та кисню. Споживання кисню організмом в процесі фізичного навантаження можна представити наступним рівнянням [2]:

$$MR_{O_2}(t) = MR_{O_2}^r + \rho W (1 - e^{-t/\tau_\alpha}) \quad (1)$$

де  $MR_{O_2}^e$  – стійкий стан метаболічного споживання  $O_2$  під час навантаження,  $MR_{O_2}^r$  – стійкий стан метаболічного споживання  $O_2$  в період відпочинку,  $\rho$  – параметр який характеризує фізичний стан людини яка тренується,  $W$  – навантаження.

### Висновок

Запропоновано підхід для розробки методів ідентифікації математичної моделі автоматизованої системи моніторингу реабілітації хворих інфарктом міокарда які потребую невеликої кількості інформації, та на відміну від існуючих дозволяє прогнозувати безпечні рівні фізичних навантажень та динаміку відновлення нормального функціонування після їх завершення.

### Список використаних джерел

1. Timischl S. A Global Model for the Cardiovascular and Respiratory System: diss. of the requirements for the degree Doktor Rerum Naturalium / Susanne Timischl. – Karl-Franzens University of Graz. 1998.
2. Jerry J. Batzel Cardiovascular and respiratory systems: modeling, analysis, and control / Jerry J. Batzel, Franz Kappel, Daniel Schneditz, Hien T. Tran. – SIAM, (December 12, 2006). – 289 p.

## ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

Волошко О.В.<sup>1)</sup>, Барандич К.С.<sup>2)</sup>

*Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”*

*<sup>1)</sup> асистент; <sup>2)</sup> аспірант*

Сучасне приладобудівне виробництво є багатомономенклатурним і різносерійним з частою зміною виробів, що випускаються, які характеризуються підвищеною конструктивною складністю, великою кількістю оригінальних конструктивних рішень, реалізація яких супроводжується високими вимогами до якості, надійності і ресурсу виробів. Зросли також вимоги до скорочення строків розробки технологій і засобів їх оснащення. Тому розв'язання задач технологічної підготовки виробництва неможливе без використання систем автоматизованого проектування. Для створення таких систем, що задовольняють вимогам сучасного виробництва (універсальність, багатофункціональність та комплексність) передусім повинна бути створена спеціальна методологія і теорія, що розкриває процеси в математичному вигляді [1]. Основні проблеми автоматизації проектування технологічних процесів та виробничих систем передусім пов'язані з тим, що задачі технологічної підготовки не мають на сьогодні суворих і єдиних формальних правил формальних методів розв'язання. Тому для автоматизації технологічного проектування треба виконати формалізацію технології і складових її частин шляхом представлення її в вигляді математичних залежностей [2].

З врахуванням цього в даній роботі розглядаються питання вибору ефективних методів математичного моделювання технологічних процесів та систем при виготовленні деталей приладів.

При розв'язанні задач формалізації процесів технологічного проектування виділяють структурне та параметричне моделювання. Задача структурного моделювання полягає в формалізації процесів розробки принципової схеми і технологічного маршруту виготовлення деталей.

Виробнича технологічна система в загальному вигляді є системою з фіксованою кількістю обладнання (блоків системи), які оброблюють фіксовану кількість деталей (виконують визначені роботи). На сьогодні не існує єдиної методики моделювання виробничих систем в цілому, тобто таких, які б адекватно і з достатньою точністю описували параметри систем різних структур. Тому для моделювання конкретного виду систем, або хоча б декількох близьких за структурою видів застосовують різноманітні математичні моделі. Вони так чи інакше здатні моделювати виробничу систему, але зазвичай кожен з них має свої межі застосування.

Методи класичного моделювання та оптимізації добре вивчені, широко застосовуються в теоретичних задачах, але мають декілька суттєвих недоліків, зокрема з точки зору моделювання систем при їх застосуванні досить важко розробити адекватну цільову функцію, що задовольняла б обмеженням, які існують при застосуванні даного методу, та давала б можливість добре трактувати результати подальших обчислень, зокрема результатів оптимізації.

В методах дослідження виробничих систем можна виділити два основних напрямки: загальна (абстрактна) теорія систем, що вивчає поведінку системи поза зв'язком з її структурою, як співвідношення входів і виходів, та структурна теорія систем, що вивчає функціонування системи в залежності від її структури. Є можливість побудови детерміністської теорії систем обслуговування на базі математичного апарату нескінченнозначної логіки (НЛ) і логічних визначників (ЛВ). Переваги апарата НЛ і ЛВ реалізуються в рамках структурно-логічного підходу до вивчення систем обслуговування, що припускає структурне представлення досліджуваної системи і вираження її характеристик через характеристики підсистем за допомогою НЛ та ЛВ.

Структурно-логічний метод не має більшості вад інших методів моделювання та оптимізації роботи виробничих систем, тобто він прийнятний з точки зору наочності представлення системи та проведення розрахунків її параметрів, досить просто піддається формалізації, має добру збіжність при застосуванні відповідних методів оптимізації, а також, що найголовніше, придатний для моделювання систем з різними типами структур, а саме: послідовної, паралельної, паралельно-послідовної та послідовно-паралельної. Даний підхід дає можливість на основі незначної кількості подібних алгоритмів проводити розрахунок, аналіз та синтез оптимальної структури виробничої системи [3].

Одним з перспективних підходів до оптимального використання виробничих систем є розробка

математичних моделей на основі ЕОМ з використанням теорії мереж Петрі. Мережі Петрі дозволяють відображати паралелізм, асинхронність, ієрархічність об'єктів, що моделюються, більш простими засобами ніж при використанні засобів моделювання, таких як методи лінійного програмування, методи класичної оптимізації, застосування традиційних систем масового обслуговування тощо. При використанні мереж Петрі для моделювання виробничих систем в приладобудівному виробництві можна розв'язати задачу підвищення ефективності виробничих систем шляхом вдосконалення методів керування роботою технологічного та транспортно-складського обладнання [4].

Технологічні об'єкти в більшості випадків є складними системами, що характеризуються значною кількістю вхідних факторів та вихідних параметрів і складними взаємозв'язками між ними. Тому дослідження технологічних об'єктів з метою їх моделювання та оптимізації доцільно виконувати шляхом декомпозиції їх як складних систем на складові елементи (блоки, підсистеми), які зберігають при подальшій композиції підсистем всі властивості початкової системи.

Аналіз методів математичного моделювання технологічних параметрів показав, що при розв'язанні технологічних задач використовують чисельні методи інтерполяції й апроксимації та емпірико-статистичні методи [5, 6].

Новітніми ефективними методами параметричного, моделювання що враховують особливості задач технологічного проектування, є методи евристичної самоорганізації моделей (методи групового врахування аргументів) та штучних нейронних мереж.

Методи евристичної самоорганізації моделей дозволяють отримати єдину модель оптимальної складності за допомогою перебору великої кількості моделей за заданим критерієм на основі незначної кількості апріорної інформації [7]. Перевагою цих методів, на відміну від методів регресійного аналізу, є використання зовнішніх критеріїв вибору математичної моделі, що дозволяють об'єктивно оцінити якість моделювання досліджуваного параметру. Методи самоорганізації доцільно використовувати для отримання математичних моделей якщо: досліджуваний об'єкт не є керованим; початкові дані отримані в результаті проведення пасивного експерименту або статистичної обробки інформації; експеримент є керованим, але комбінація значень аргументів не може бути досягнута, або ж призводить до аварійної (критичної) ситуації; проведення планового експерименту потребує довготривалих та багатовитратних досліджень.

Ефективним засобом моделювання та прогнозування технологічних параметрів, а також розв'язання задач класифікації, розпізнавання образів та зниження розмірності факторного простору є використання методів штучних нейронних мереж.

Сумісне використання методів штучних нейронних мереж та евристичної самоорганізації моделей дозволяє організувати комп'ютерний експеримент, який дає можливість в значній мірі зменшити матеріальні, енергетичні та часові витрати при проведенні експериментальних досліджень, реалізувати сучасні інформаційні технології в технологічній підготовці виробництва та є необхідною умовою впровадження CALS – технологій в приладобудуванні.

#### Список використаних джерел

1. Челищев Б.Е. и др. Автоматизация проектирования технологии в машиностроении /Б.Е. Челищев, И.В. Боброва, А. Гонсалес-Сабатер; Под ред. акад. Н.Г. Бруевича. – М.: Машиностроение, 1987. – 264 с.
2. Вислоух С.П. Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва: Монографія / С.П. Вислоух. – К.: НТУУ „КПІ”, 2011. – 480 с., іл.
3. Вислоух С.П., Піпко А.В. Моделювання завантаження обладнання виробничих систем з використанням структурно-логічного методу. /Вісник НТУУ „КПІ”. Серія приладобудування. – 2007. – Вип. 34, – С. 117–124.
4. Вислоух С.П., Чабан О.М. Моделювання та оптимізація роботи обладнання виробничих систем методами мереж Петрі. /Вісник НТУУ „КПІ”. Серія приладобудування. – 2008. – Вип. 35. – С. 118–123.
5. Вислоух С.П., Волошко О.В. Математичне моделювання параметрів технологічних процесів механічної обробки деталей приладів /Вісник НТУУ „КПІ”. Серія приладобудування. – 2005. – Вип. 29, 2005. – С. 63–67.
6. Вислоух С.П., Волошко О.В. Методика моделювання та оптимізації параметрів процесу різання. / Резание и инструмент в технологических системах. Международный научно-технический сборник. Выпуск 70. –Харьков, НТУ «ХПИ», 2006. – С. 90–99.
7. Вислоух С.П., Катрук О.В. Моделювання технологічних параметрів нечітким методом групового врахування аргументів. / Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – Хмельницький, 2007, №1 (89). – С. 169–172.

## УДОСКОНАЛЕНИЙ ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ІНТЕРВАЛЬНОГО РІЗНИЦЕВОГО ОПЕРАТОРА

Дивак М.П.<sup>1)</sup>, Сирник А.О.<sup>2)</sup>, Войтюк І.Ф.<sup>3)</sup>  
Тернопільський національний економічний університет  
<sup>1) д.т.н., професор; 2) магістр; 3) к.т.н.</sup>

### I. Постановка проблеми

Багато задач фізики, техніки й економіки приводять до диференціальних рівнянь в часткових похідних. Точні розв'язки задач для таких рівнянь вдається отримати лише в деяких випадках, тому їх розв'язують наближено [2]. Одним із методів наближеного розв'язування є використання різницевого рівнянь [3]. Диференціальний оператор задачі замінюють різницевою оператором відносно шуканої величини, що розподілена в просторі та часі, і отримують систему лінійних алгебричних рівнянь, яка має високий порядок і часто є погано обумовленою [2]. Замість прямих або ітераційних методів розв'язування такої системи застосовують генетичний алгоритм, який завдяки кодуванню параметрів, операції на популяціях, використанню мінімуму інформації про задачу та рандомізації операцій забезпечує перевагу над іншими технологіями [4]. Особливо це відчутно коли просторово або часово розподілені значення величин задають інтервалами. У цьому випадку доцільно шукати різницевий оператор за допомогою генетичного алгоритму. При цьому, як витікає з [1], на кожній ітерації генетичного алгоритму для згенерованого набору моделей необхідно розв'язати інтервальну систему нелінійних рівнянь. У такому разі суттєво підвищується обчислювана складність алгоритму реалізації методу. Для її зниження доцільним є використання рандомізованих методів, що є додатковим аргументом для використання генетичного алгоритму. Такий алгоритм розглянуто у праці [1]. Проте він має деякі суттєві недоліки пов'язані із заданням параметрів цього алгоритму, тому актуальним є дослідження вказаного алгоритму, встановлення деяких його закономірностей при виборі параметрів і на цій основі розробка удосконаленого генетичного алгоритму, що є метою даної роботи.

### II. Постановка задачі

Будується лінійний різницевий оператор у такому загальному вигляді [1]:

$$v_{j+1,k+1} = \bar{g}^T \cdot \bar{f}(v_{0,0}, \dots, v_{0,k}, \dots, v_{j,0}, \dots, v_{j,k}, u_{0,0}, \dots, u_{j,k}), \quad k=0, \dots, N-1, j=0, \dots, J-1, \quad (1)$$

де  $\bar{f}(v_{0,0}, \dots, v_{0,k}, \dots, v_{j,0}, \dots, v_{j,k}, u_{0,0}, \dots, u_{j,k})$  – деякий фіксований вектор (розмірністю  $m \times 1$ ) базисних функцій, що задає структуру різницевого оператора;  $v_{j+1,k+1}$  – прогнозована характеристика в  $j+1$  точці простору в  $k+1$  момент часу;  $\bar{u}_k = (u_{0,0}, \dots, u_{j,k})^T$  – відомий вектор (розмірністю  $p \times 1$ ) вхідних змінних в  $k$ -й дискретний момент часу;  $\bar{g}$  – невідомий вектор (розмірністю  $m \times 1$ ) параметрів різницевого оператора.

Для оцінювання вектора параметрів  $\bar{g}$  різницевого оператора використовуємо результати спостережень в  $k$  момент часу в  $j$  точці простору, які представляємо моделлю адитивної похибки:

$$\tilde{v}_{j,k} = c_{j,k} \cdot v_{j,k} + e_{j,k}, \quad (2)$$

де  $\tilde{v}_{j,k}$  – значення характеристики, що спостерігається в  $j$  точці простору в  $k$  момент;  $c_{j,k}$  – відомий коефіцієнт, який визначає особливості вимірювального пристрою;  $e_{j,k}$  – випадкові, обмежені за амплітудою похибки.

Тоді прогнозований інтервал в загальному випадку обчислюємо за формулою:

$$\hat{v}_{j+1,k+1} = \hat{g}^T \times \bar{f}([\hat{v}_{0,0}], \dots, [\hat{v}_{0,k}], \dots, [\hat{v}_{j,0}], \dots, [\hat{v}_{j,k}], u_{0,0}, \dots, u_{j,k}), \quad (3)$$

а різницевий оператор шукаємо із результату інтервальної системи емпіричних алгебричних рівнянь:

$$v_{j+1,k+1}^- \leq \hat{g}^T \cdot \bar{f}([\hat{v}_{0,0}], \dots, [\hat{v}_{0,k}], \dots, [\hat{v}_{j,0}], \dots, [\hat{v}_{j,k}], u_{0,0}, \dots, u_{j,k}) \leq v_{j+1,k+1}^+ \quad (4)$$

Так як структура  $\lambda_s$  інтервального різницевого оператора невідома, то за допомогою генетичного алгоритму підбираємо її такою, щоб оптимізувати показник оцінки якості структури  $\delta(\lambda_s)$  [1]. Тут показник для оптимальної структури повинен дорівнювати нулю. Тоді виконується умова включення прогнозованих інтервалів в експериментальні.

### III. Обчислювальна схема реалізації генетичного алгоритму та її удосконалення

Популяцією для генетичного алгоритму є сукупність структур  $\lambda_s$  різницевого оператора, а хромосому особини будуємо як код  $k(\lambda_s) = \langle N_{1s}, N_{2s}, \dots, N_{Ls} \rangle$ , де  $N_{ls}$  – номер структурного елемента  $\lambda_s$  структури у згенерованій впорядкованій послідовності  $l = 1, \dots, L$ .

Із врахуванням наведеної схеми кодування, будуємо алгоритм реалізації методів структурної ідентифікації.

Крок 1. Генерування набору структурних елементів, які гарантовано включають усі структурні елементи шуканої структури різницевого оператора та їх кодування за допомогою впорядкованої послідовності десяткових чисел.

Крок 2. Випадково генеруємо коди  $k_{10}(\lambda_s)$  хромосом, що задають відповідні структури  $\lambda_s$ .

Параметрами генетичного алгоритму на даному кроці є потужність  $S$  множини згенерованих кодів  $k_{10}(\lambda_s)$  хромосом; кількість  $m$  згенерованих структурних елементів-генів у поточному коді  $k_{10}(\lambda_s)$  хромосоми.

Параметр кількості генів  $m$  на даному кроці є випадковим числом з деякого інтервалу.

Крок 3. Оцінюємо якість згенерованих структур з кодами  $k_{10}(\lambda_s)$  та вибираємо популяції „кращих“ особин за функцією пристосованості у вигляді показника якості структури  $\delta(\lambda_s)$ .

Якщо на цьому кроці існує хоча б одна структура різницевого оператора, задана хромосомою у вигляді коду  $k_{10}(\lambda_s)$ , для якої  $\delta(\lambda_s) = 0$ , то завершується процедура структурної ідентифікації. У випадку, коли  $\delta(\lambda_s) = 0$  для декількох структур, то вибір єдиної з них здійснюється послідовним зважуванням вказаних структур на основі додаткових критеріїв селекції. В іншому випадку формується популяція найкращих особин (з найменшими  $\delta(\lambda_s)$ ) у кількості, що задана величиною свободи вибору  $S$ .

Крок 4. Схрещування відібраних особин у популяції здійснюємо випадковим чином. Після виконання даного кроку здійснюємо перехід на крок 3.

Описаний вище алгоритм відзначається недоліками, а саме необхідністю задання параметрів  $S$ ,  $M$  та кількості  $L$  структурних елементів. У роботі запропоновано для фіксованого  $L$  на кожній ітерації у випадку, коли від'ємний приріст показника структури мало змінюється, проводити збільшення кількості елементів  $M$  у генерованій структурі та потужність  $S$  згенерованих структурних елементів. Такий підхід забезпечуватиме практично завжди існування розв'язку задачі структурної ідентифікації. У роботі розроблено програмний засіб для удосконаленого генетичного алгоритму, відтестовано програмний код і показано підвищену ефективність удосконаленого алгоритму.

### Висновок

У праці розглянуто генетичний алгоритм для розв'язку задачі структурної ідентифікації інтервального різницевого оператора, проведений аналіз відомого алгоритму уможливив визначити його основні недоліки, які полягають у необхідності емпіричного задання параметрів налаштування генетичного алгоритму. Запропоновано критерій оцінки ітераційного переключення параметрів генетичного алгоритму, і на цій основі удосконалено генетичний алгоритм.

### Список використаних джерел

1. Войтюк І. Ф., Дивак М. П., Неміш В. М. Метод та генетичний алгоритм структурної ідентифікації інтервальних різницевих операторів в задачах екологічного моніторингу.
2. Самарский А. А. Введение в численные методы. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 272 с.
3. Романко В. К. Разностные уравнения: Учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 112 с.
4. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.

## СЕЛЕКТИВНІСТЬ ПАРАМЕТРІВ ЕПОКСИКОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ З ПІДВИЩЕНИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Добротвор В.І.<sup>1)</sup>, Котик В.І.<sup>2)</sup>, Ковальчук М.С.<sup>3)</sup>, Ракоцій А.В.<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, магістр

<sup>2-4)</sup> Тернопільський національний економічний університет, магістр

Прогрес у різних областях науки і техніки пов'язаний з формуванням нових конструкційних полімеркомпозитних матеріалів, які володіють комплексом необхідних експлуатаційних характеристик. Використання таких матеріалів забезпечує підвищення надійності технологічного устаткування. При цьому, використання у якості матриць для композитів епоксидних смол дозволяє суттєво підвищити когезійну та адгезійну міцність покриттів до металевої основи, а науково-обгрунтоване уведення мінеральних дисперсних наповнювачів дає можливість у широких межах регулювати фізико-механічні властивості, корозійну та температуротривкість матеріалів.

Одним із основних напрямків збільшення довговічності захисних покриттів є зниження на межі фаз „полімер – основа” та „полімер – наповнювач” залишкових напружень, які є причиною руйнування композиційної системи як в процесі формування, так і при експлуатації. У зв'язку з цим, залишкові напруження вибрано як один із основних критеріїв, які характеризують структурні перетворення на межі поділу фаз „олігомер – основа” та у об'ємі полімеркомпозиту.

Одним із основних завдань при формуванні композитних матеріалів (КМ) є забезпечення оптимальних умов фізико-хімічної взаємодії на межі поділу фаз «олігомер – наповнювач» при максимальній реалізації властивостей дисперсії по відношенню до їхньої взаємодії із в'язким. Важливим етапом вирішення даної проблеми є розробка методик отримання інформації про міжфазову взаємодію матриці з поверхнею наповнювача, а також – визначення впливу такої взаємодії на властивості КМ при експлуатації.

При цьому, визначення характеристик зовнішнього поверхневого шару (ЗПШ) на межі поділу фаз “наповнювач – олігомер”, таких як густина чи товщина, є особливо актуальною проблемою на теперішній час, так як у більшості випадків властивості таких шарів визначають властивості матеріалу в цілому. Слід зауважити, що ступінь зшивання у зовнішніх поверхневих шарах (ЗПШ) також суттєво впливає на когезійну міцність систем і визначає фізико-механічні та теплофізичні характеристики КМ. Тому дослідження процесу формування КМ і структурних характеристик шарів, а також прогнозоване управління ними є важливим при формуванні властивостей композитних матеріалів.

Отримані висновки підтверджують селективну адсорбцію компонентів поблизу межі поділу фаз, що призводить до перерозподілу надмолекулярних утворень системи КМ [1]. У результаті цього змінюються не тільки кінетичні, але й хімічні умови реакції формування матеріалу. Таким чином, в залежності від концентрації наповнювача у системі на межі поділу фаз може виникнути більш жорстка, або більш дефектна сітка полімеру, яка впливає на фізико-механічні властивості матеріалу. Отримані результати можуть бути використані для прогнозування таких властивостей і для інших дисперсних наповнювачів.

### Список використаних джерел

1. Липатов Ю.С. Физико-химические процессы на границе раздела в полимерных композициях / В кн. Физическая химия полимерных композиций. – К.: Наукова думка, 1974. – С. 3-17.

УДК 62-50+681.3(06)+51.7+519.6

## МЕТОД ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МАКРОМОДЕЛІ У ВИГЛЯДІ ІНТЕРВАЛЬНОГО РІЗНИЦЕВОГО ОПЕРАТОРА ІЗ РОЗДІЛЕННЯМ ВИБІРКИ ДАНИХ

Дивак Т.М.

Тернопільський національний економічний університет, аспірант

### І. Постановка проблеми

Процеси забруднення атмосфери вихлопними газами автотранспорту є надзвичайно великою проблемою великих та середніх міст. Тому дослідження цих процесів з метою мінімізації впливу шкідливих викидів автотранспорту на довкілля є надзвичайно актуальною задачею. Одним із

найбільш дієвих інструментів таких досліджень є математичне моделювання вказаних процесів. Викиди автотранспорту представляють собою поля концентрацій шкідливих речовин. Таким чином, щоб вирішити цю проблему, ми повинні знайти універсальний метод для прогнозування розміщення полів концентрацій шкідливих викидів для конкретних умов у просторі та часі. Макромодельовання у вигляді різницевого оператора є часто одним із способів представлення властивостей таких полів. Різницевий оператор може бути використаний для опису полів концентрацій шкідливих викидів автомобілів. В останньому випадку, знаходження параметрів різницевого оператора зводиться до вирішення нелінійної системи алгебраїчних рівнянь. В даний час не існує методів, які за мінімальний час дозволяють розв'язати систему нелінійних алгебраїчних рівнянь великої розмірності.

## **II. Постановка задачі та особливості алгоритму параметричної ідентифікації інтервального різницевого оператора із розбиттям вибірки інтервальних даних**

Мета дослідження полягає в розробці методу, який дозволяє за мінімальний час, знайти параметри для різницевого оператора для макромодельовання полів концентрацій шкідливих викидів в просторі та часі.

В основу обчислювальної схеми закладена трирівнева процедура:

1. Задання початкових умов у вигляді інтервальних наближень початкових дискретних значень прогнозованої характеристики із виконанням відомих умов включення.
2. Задання початкової чи формування поточної оцінки вектора параметрів різницевого оператора випадковим чином.
3. реалізація рекурентної схеми з метою отримання інтервальних дискретних оцінок прогнозованої характеристики та перевірки «якості» поточної оцінки вектора параметрів різницевого оператора. Основна вибірка використовується для знаходження параметрів різницевого оператора, а перевірна для оцінки якості поточного наближення.

### **Висновок**

Розглянуто задачу параметричної ідентифікації різницевого оператора на основі аналізу інтервальних даних із розділенням вибірки даних на основну та перевірочну. В процесі розв'язування задачі отримано такі результати:

1. З метою зниження обчислювальної складності реалізації методу параметричної ідентифікації інтервального різницевого оператора доцільним є розділення усієї вибірки інтервальних даних на основну та перевірочну. На основній вибірці здійснюється параметрична ідентифікація шляхом розв'язування ІСНАР з меншою кількістю інтервальних рівнянь ніж в ІСНАР, що побудована на повній вибірці. На перевірочній вибірці оцінюються прогностичні властивості моделі.
2. На прикладі побудови макромоделі у вигляді різницевого оператора, що описує стаціонарне поле концентрацій діоксиду азоту, встановлено, що модифікація відомого методу параметричної ідентифікації інтервального різницевого оператора, що ґрунтується на методах випадкового пошуку розв'язків ІСНАР у напрямі розділення вибірки на основну та перевірочну забезпечує суттєве зниження обчислювальної складності (в 37 раз) реалізації методу і при цьому не погіршує прогностичних властивостей макромоделі.

### **Список використаних джерел**

1. Растрингін Л.А. Адаптація складних систем. - Рига: Zinatne, - (1981), 65-90.
2. Дивак М.П., Марценюк Є.О., Войтюк І.Ф. Оптимальна процедура налаштування параметрів методу ідентифікації інтервальної дискретної моделі динамічної системи. //Відбір та обробка інформації.- 2008. – Вип 27 (103) - С.17-23..
3. Дивак М.П., Пукас А.В., Дивак Т.М. Ідентифікація параметрів різницевого оператора в задачах моделювання процесів поширення забруднень методами аналізу інтервальних даних // 36. Наук. Праць ДонНТУ. Серія інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка.- 2009.- Вип.10(153)-С.224-229.

## МОДЕЛЮВАННЯ МАКРОМАСШТАБНИХ КЛАСТЕРНИХ СТРУКТУР АВТОБУСНОГО ПАРКУ

Добротвор І.Г.<sup>1)</sup>, Чума О.В.<sup>2)</sup>, Кучкодан В.М.<sup>3)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> к.ф.-м.н, доцент; <sup>2,3)</sup> магістр

Україна має реальні перспективи щодо посилення своєї ролі як транзитної держави. Цьому сприяють об'єктивні фактори - геополітичне становище нашої країни і наявність у ній потужного транспортного комплексу. Формування транспортної мережі, її видова структура, густота (щільність) шляхів сполучення як у цілому, так і окремих видів транспорту, проходження основних магістралей визначаються галузевою структурою господарства, його виробничою спеціалізацією, територіальною організацією, густотою населених пунктів, особливостями історичного розвитку, природними умовами, а також економіко-географічним положенням території країни або її регіонів.

Будували кластерні структури для держав регіону розширеної Європи по факторах кількості автобусів ( $z$ ) та ВВП ( $v$ ) на душу населення для досліджуваних територіальних структур. Для цього проводилась оцінка зернистості  $h$  матриці  $KK$  двовимірного масиву даних з допомогою операторів програми MathCAD:

$$h = \frac{\min\{length(KK^{(0)}), length(KK^{T(0)})\}}{[1 + 3.222 \cdot \lg(length(KK^{(0)}))] + 1}$$

Побудова матриці  $D$  [1] із величиною  $h$  – зернистості та різницевої матриці  $C$  проводилась для нівелювання випадкових шумів та низькочастотних трендів. Центр об'єкта знаходили, визначаючи точки перетину прямих ліній регресії хмарки точок ЗППШ "нечіткого" контуру, заданого матрицею  $C$ , шляхом формування аналогу матриці кореляцій із використанням  $\delta$ -функцій Кронекера:

$$d_{i,j} = if \left( C_{3,i,j} = 0, 0, \sum_{l=j-1}^{j+1} \sum_{k=i-1}^{i+1} \delta(C_{3,i,j}, C_{3,k,l}) - 1 \right)$$

матрицю моделі потенціальних структур  $(s_{i,j})_{m \times n}$  проявів досліджуваного нечіткого об'єкта  $\{d_{i,j}\}$  будуюмо шляхом накладання околів кожної його точки на площині  $\{O, z, v\}$

$$s_{i,j} = \sum_z \sum_v e^{-a \sqrt{(i-z)^2 + (j-v)^2}} \frac{c_{i,j} \cdot if(c_{z,v} > E, 1, 0)}{1 + b \cdot c_{i,j}} ;$$

$$s_{i,j} = \sum_z \sum_v \frac{if(|G_{z,v} - G_{i,j}| < E, 1, 0)}{1 + a \cdot ((i-z)^2 + (j-v)^2) + b \cdot (G_{i,j} - G_{z,v})^2}$$

Потенціал кластерної структури композиту визначається по принципу "найближчого сусіда" матрицею  $p$  для межового параметру  $F \leq 8$ , що визначається на еталонних точках (пікселях) матриці.

$$p_{i,j} = if \left( \sum_{k=i-1}^{i+1} \sum_{l=j-1}^{j+1} s_{i,j} < F, 0, 1 \right)$$

Проведений аналіз парку автобусів України у порівнянні з європейськими країнами по кількості автобусів на 1000 жителів дає можливість зробити висновок про перенасичення останнього. Це дозволяє зробити висновки про тенденції подальшого скорочення кількості автобусів в парку України при подальшому необхідному економічному зростанні. Сукупний ринок автобусів буде формуватись за рахунок оновлення існуючого парку та можливої зміни його структури.

### Список використаних джерел

1. Добротвор, І.Г. Детальна рівновага систем ресурсообмінних елементів / І.Г. Добротвор, В.Г. Нікітаєв, Н.М. Цепенюк // Матеріали дев'ятої наукової конференції Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя. – Тернопіль. – 2005. – С.197.



## МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛІВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ ВІД ТОЧКОВИХ ДЖЕРЕЛ НА ОСНОВІ ДЕТЕРМІНІСТИЧНОГО ПІДХОДУ

Крепич С.Я.

Тернопільський національний економічний університет, здобувач

### І. Постановка проблеми

Одною з найвагоміших причин, які негативно впливають на здоров'я та працездатність населення світу, особливо у країнах з розвиненої промисловістю, є надмірне забруднення атмосферного повітря великих міст, яке вже на сьогоднішній день стало серйозною екологічною проблемою, вирішення якої набуває дедалі більшої актуальності. Моделювання процесів поширення домішок в навколишньому середовищі повинне використовувати загальні закони природи, що відповідають специфічним особливостям досліджуваного явища. Апаратом математичного моделювання тут здебільшого постають рівняння математичної фізики, зокрема диференціальні рівняння в частинних похідних. Метою дослідження виступає моделювання полів концентрації шкідливих викидів від точкових джерел з використанням диференціальних рівнянь [1].

### II. Постановка задачі моделювання полів концентрації на основі диференціальних рівнянь в частинних похідних

Розглянемо процес поширення забруднення у навколишньому середовищі шкідливих речовин від точкових джерел у приземистому шарі атмосфери за умови безінверсійного стану повітряного басейну. В найзагальнішому випадку зміну значень концентрації шкідливих речовин  $U$  описують рівнянням [1]:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} k_x \frac{\partial u}{\partial x} - V \frac{\partial u}{\partial x} - \alpha u, 0 < x < l, t > 0 \quad (1)$$

де вісь  $x$  – розміщена в площині;  $t$  – час;  $V$  – складова середньої швидкості переміщення домішок відповідно за напрямком осі  $x$ ;  $k_x$  – горизонтальна складова коефіцієнту обміну;  $\alpha$  – коефіцієнт, що визначає зміну концентрації за рахунок перетворень домішок. Крім перелічених величин необхідне задання крайових умов, яке може бути встановлене за результатами вибіркових спостережень.

Одним із підходів до знаходження розв'язків диференціального рівняння в частинних похідних є метод скінченних різниць, який представлений двома видами: явно-різницевою та неявно-різницевою схемами, які мають певні переваги та недоліки для окремого класу задач. Однак, якщо об'єднати половину першої та половину другої схеми, то отримаємо універсальну схему Кранка-Ніколсона – яка абсолютно стійка та має другий порядок апроксимації по часу та просторовій змінній  $x$ :

$$\frac{u_i^{j+1} - u_i^j}{\tau} = \frac{1}{2} \frac{u_{i+1}^{j+1} - 2u_i^{j+1} + u_{i-1}^{j+1}}{h^2} + \frac{1}{2} \frac{u_{i+1}^j - 2u_i^j + u_{i-1}^j}{h^2} \quad (2)$$

де  $h = l/N$  – просторовий крок по вісі  $x$  та  $\tau = t/M$  – крок по часу [2].

Провівши апроксимацію за допомогою різницевої схеми (2) рівняння (1) матиме вигляд:

$$\begin{aligned} (-Vh - 2k_x)u_{j-1}^{i+1} + \left( \frac{4h^2}{\tau} + 4k_x + 2\alpha h^2 \right) u_j^{i+1} + (Vh - 2k_x)u_{j+1}^{i+1} = \\ (Vh + 2k_x)u_{j-1}^i + \left( \frac{4h^2}{\tau} - 4k_x - 2\alpha h^2 \right) u_j^i + (2k_x - Vh)u_{j+1}^i \end{aligned} \quad (3)$$

і врахувавши граничні умови, отримаємо систему лінійних алгебричних рівнянь із трьох діагональною матрицею, розв'язок якої зручно шукати за допомогою методу прогонки [3].

### III. Особливості програмної реалізації методу моделювання полів концентрації на основі диференціальних рівнянь в частинних похідних

Враховуючи великі обсяги даних, які потрібно обрахувати, та графічну побудову поля концентрації було вирішено в програмі реалізації методу моделювання об'єднати два програмних продукти – *Microsoft Visual Studio* з мовою програмування *C#* для складних математичних обрахунків

з можливістю невеликих затрат часових ресурсів та *MATLAB* для можливості візуального відображення результатів математичних обчислень.

На рисунку 1 представлена блок-схема алгоритму реалізації методу моделювання полів концентрації на основі диференціальних рівнянь в частинних похідних. Алгоритм реалізації наступний:

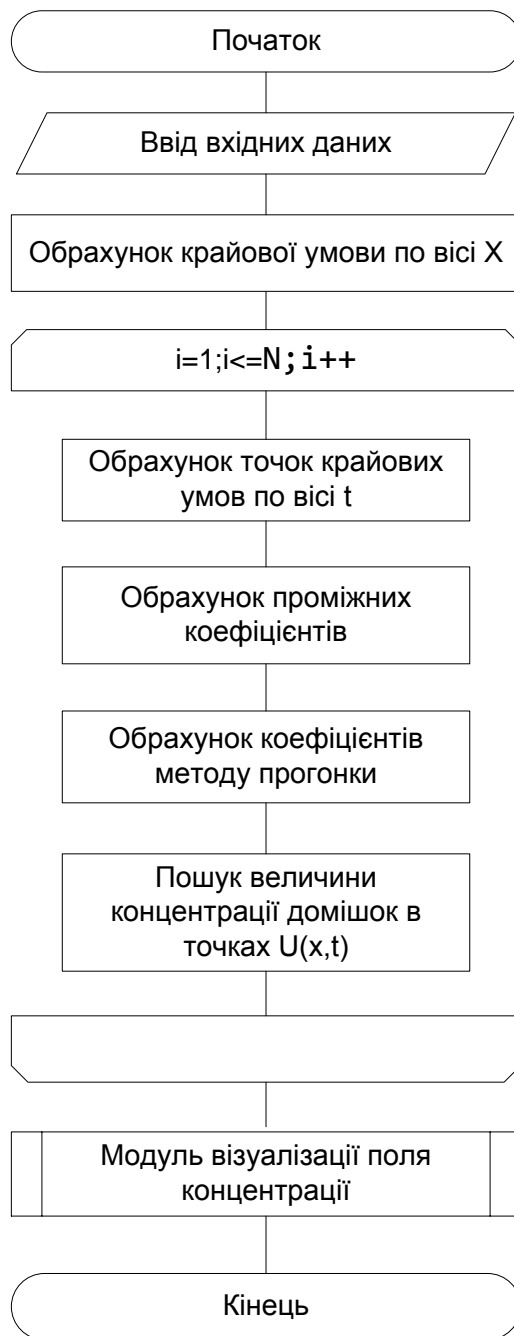


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму реалізації методу моделювання полів концентрації

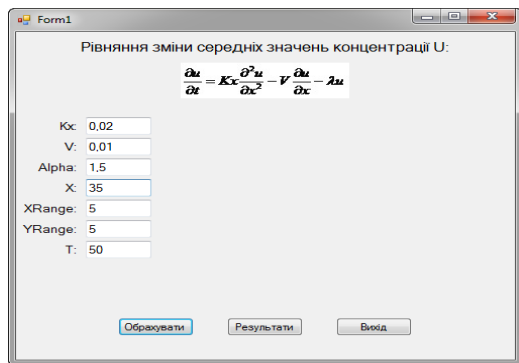
Крок 1. Обчислення крайових умов по осі  $x$  за формулою, яка описує процес поширення шкідливих умов.

Крок 2. Обчислення концентрації шкідливих речовин в точках  $U(x,t)$  на двох крайових умовах по осі  $t$ .

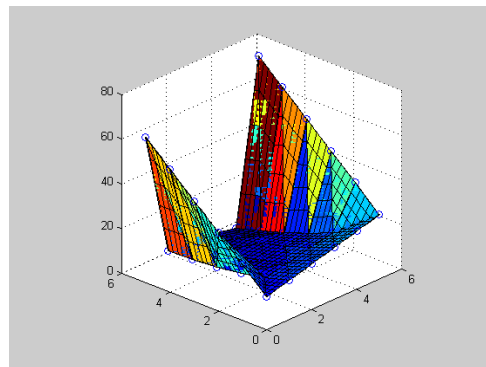
Крок 3. Розв'язування системи лінійних алгебричних рівнянь з трьох діагональною матрицею згідно з методом прогонки.

Крок 4. Візуалізація поля концентрацій шкідливих викидів  $U(x,t)$  в точках.

На рисунку 2 представлені поле вводу вхідних даних та графік представлення поля концентрації шкідливих речовин, отриманого в результаті розв'язування тестової задачі.



а)



б)

Рисунок 2- Поле введення вхідних даних (а) та поле концентрації шкідливих речовин (б)

### Висновок

В результаті проведеного дослідження моделювання поля концентрації за допомогою диференціальних рівнянь в частинних похідних був розроблений програмний комплекс в основу якого покладений метод скінченних різниць, який є одним з найбільш поширених чисельних методів розв'язування рівнянь в частинних похідних.

### Список використаних джерел

1. Ковальчук П.І. «Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища», Київ «Либідь», 2003р.
2. [http://www.uchites.ru/files/nummethod\\_book\\_chapter5-1234.pdf](http://www.uchites.ru/files/nummethod_book_chapter5-1234.pdf)
3. <http://coderov.net/vma/65-decisionofthesystemsofthelinear/150-method-progon.html>

УДК 533.601.1, 004.021

## РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АЕРОДИНАМІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ АВТОКОРПУСІВ

Кривий Р.З.<sup>1)</sup>, Ціжман Я.І.<sup>2)</sup>

Національний університет «Львівська політехніка»,  
<sup>1)</sup> к.т.н., асистент; <sup>2)</sup> бакалавр

### I. Постановка задачі

При покращенні швидкісних даних автомобіля важливим є покращення аеродинамічних характеристик його корпусу. Створення системи, яка б могла відобразити рух повітря відносно корпусу автомобіля та надати користувачу дані, щодо його можливого покращення, значно полегшило б цей процес. Зокрема у такій системі були б зацікавлені підприємства, що працюють з такими матеріалами як скловолокно та вуглепластик. Систему найкраще реалізувати у вигляді програмно-методичного комплексу, який дозволить користувачу формувати модель корпусу автомобіля та переглядати як поводить повітряний потік навколо нього. Після цього у вказаному користувачем місці система проведе оптимізацію форми корпусу та відобразить зміни у аеродинамічних характеристиках.

### II. Визначення аеродинамічних характеристик

Основною частиною визначення аеродинамічних характеристик є розв'язання рівняння Нав'є-Стокса, зокрема рівняння перенесення імпульсу:

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial (u_i u_j)}{\partial x_j} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + f_i \quad (1)$$

Зазвичай вирішення таких рівняння програмно реалізуються за допомогою методів скінченних елементів/об'ємів чи методу решіткових рівнянь Больцмана. В даній роботі надано перевагу саме методу решіткових рівнянь.

Решітковий метод Больцмана було розроблено для моделювання динаміки рідини чи газу. Суть метода полягає в тому, що досліджувана область розбивається на скінченне число комірок, між якими

на кожному кроці по часу відбувається перенесення речовини у відповідності з заданим видом кінетичного рівняння і інтеграла зіткнень.

Експериментально і теоретично доведено, що метод решіткових рівнянь Больцмана добре описує динаміку рідини і газу для широкого класу задач і узгоджується з рівняннями Нав'є-Стокса [1].

Суть методу решіткових рівнянь Больцмана для моделювання задач газодинаміки полягає у наступному. Нехай розрахункова область розбита на однакові квадратні комірки та речовина з вузлів комірок може переміщатися тільки в сусідні вузли по виділених напрямках. На рисунку 1 представлено шаблон D2Q9 з 9 швидкостями в двовимірному просторі.

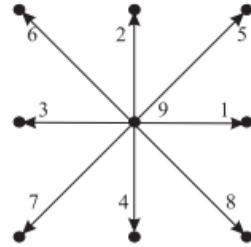


Рисунок 1 – Решітка D2Q9

Можна записати решіткове рівняння Больцмана у вигляді [2]

$$f_a(x + e_a \delta t, t + \delta t) = f_a(x, t) + \Omega_a(x, t), \quad (2)$$

де  $f_a$  – одночасткова функція розподілу для вибраного дискретного напрямку  $a$ ,  $e_a$  – дискретна швидкість,  $\delta t$  – крок по часу і  $\Omega_a(x, t)$  – інтеграл зіткнень. Такі макроскопічні параметри, як густина  $\rho$  і середня швидкість  $u$ , обчислюються через одночасткову функцію розподілу:

$$\rho = \sum_a f_a \quad (3)$$

$$\rho u = \sum_a e_a f_a \quad (4)$$

Самий простий і разом з тим самий підходящий для опису руху газу вид інтеграла зіткнень описує релаксацію системи до рівноважного стану

$$\Omega_a = \frac{1}{\tau} (f_a^{eq} - f_a), \quad (5)$$

де  $f_a^{eq}$  – рівноважна одночасткова функція розподілу і  $\tau$  – безрозмірний параметр релаксації. При описі моделі прийнято, що в кожній локальній області частинки підкорюються розподілу Максвелла. Відповідно, для невисоких значень середніх швидкостей ( $u \ll cs$ , де  $cs$  – швидкість звуку) можна записати наближення [3]

$$f_a^{eq} \approx \rho w_a \left[ 1 + \frac{(e_a u)}{c_s^2} + \frac{(e_a u)^2}{2c_s^4} - \frac{u^2}{2c_s^2} + \frac{(e_a u)^3}{2c_s^6} - \frac{(e_a u)u^2}{2c_s^4} \right] + o(u^4), \quad (6)$$

де  $w_a$  – вагові коефіцієнти, значення яких залежать від типу решітки. Так для решітки D2Q9:

$w_9 = \frac{4}{9}$ ,  $w_1 = \dots = w_4 = \frac{1}{9}$ ,  $w_5 = \dots = w_8 = \frac{1}{36}$ . Рівноважні функції розподілу підлягають закону

збереження маси і імпульсу:  $\rho = \sum_a f_a^{eq}$  і  $\rho u = \sum_a e_a f_a^{eq}$ .

Граничні умови типу непроникної стінки без прослизання моделюються відбиттям швидкості частинки, що з нею взаємодіє.

### III. Оптимізація аеродинамічних характеристик

Процес оптимізації форми корпусу для описаної моделі представляє собою оптимізацію багатопараметричної функції. Для її виконання використаємо генетичний алгоритм.

Генетичний алгоритм [4] представляє собою варіант стохастичного пошуку, в якому особини-наступники формуються шляхом зміни або комбінування двох чи більше батьківських особин. Під особою в даному випадку розуміється деякий дискретний напрям одночасткової функції. Робота генетичного алгоритму починається з генерації множини особин, що називається популяцією. Кожна особина класифікується за допомогою цільової функції, яка для даної моделі відповідає наближенню (6).

Далі відбувається схрещування особин. При його реалізації можливо також використати оператори редукції, що дозволить зберегти в популяції ті особини, які дають хороші результати при порівнянні декількох аеродинамічних характеристик. В подальшому особини підлягають процесу мутації.

При початковій генерації, подальших схрещуваннях та мутаціях особин необхідно накладати на алгоритм необхідні обмеження щодо представників популяції. Оскільки оптимізується частина корпусу автомобіля, необхідно враховувати, що в деяких його ділянках змінювати форму можна лише в чітко визначених межах (необхідно зберігати місце для елементів автомобіля, таких як двигун, місце водія та інших).

Після проведення вищевказаних етапів популяція підлягає селекції. Для нашої моделі обрано турнірну селекцію. Алгоритм виконується деяку скінченну кількість разів до отримання найбільш стабільної популяції. Отримана оптимізована поверхня передається у модель корпусу автомобіля, для якої повторно визначаються аеродинамічні характеристики.

Даний спосіб оптимізації надає користувачу можливість уникати створення проблематичних зон у формі корпусу чи зменшувати їх вплив. Це дозволить покращити аеродинамічні характеристики корпусу, що в свою чергу приведе до підвищення швидкісних даних автомобіля.

#### **Список використаних джерел**

1. Chen S., Doolen G.D. Lattice Boltzmann method for fluid flows // Annu. Rev. Fluid Mech. 1998. 30. 329–364.
2. He X., Luo L.-S. Theory of the lattice Boltzmann method: from the Boltzmann equation to the lattice Boltzmann equation // Phys. Rev. E. 1997. 56, N 6. 6811–6817.
3. Aidun C.K., Clausen J.R. Lattice-Boltzmann method for complex flows // Annu. Rev. Fluid Mech. 2010. 42. 439–472.
4. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы. М.: Физматлит, 2006.

УДК 621.396.6.019.3+519.87

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДМОВОСТІЙКОЇ СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВКЛАДЕНИХ МАЖОРИТАРНИХ СТРУКТУР В МАЖОРИТАРНУ СТРУКТУРУ**

**Змисний М.М., Муляк О.В.**

*Національний університет "Львівська політехніка", аспіранти*

### **I. Постановка задачі**

Постійно зростаючий розвиток авіабудівної, космічної галузі, систем автоматики стає більш залежним від якості комп'ютерних технологій, які динамічно розвиваються. Найважливішою складовою такої залежності є рівень надійності програмно-апаратних радіоелектронних засобів (РЕЗ), які є в основі побудови бортових та наземних інформаційно-керуючих систем, інформаційно-обчислювальних систем, систем логічного управління та інших систем відповідального призначення. Передусім це обумовлено тим, що недостатній рівень надійності таких програмно-апаратних РЕЗ може привести до матеріальних втрат, зниження конкурентоспроможності або до більш тяжких наслідків, пов'язаних із загибеллю людей, екологічними катастрофами тощо. Надійність таких програмно-апаратних РЕЗ підвищують використанням відмовостійкої системи (ВС) на основі мажоритарної структури з фіксованим правилом прийняття рішення [1] або ВС з реконфігурацією ядра мажоритарної структури [2]. Проте із збільшенням складності сучасних систем, забезпечення необхідного рівня надійності окремих елементів, технічних систем та блоків обробки інформації потребує подальшого удосконалення. Одним з методів забезпечення високого рівня надійності таких систем є розробка ВС з використанням вкладених мажоритарних структур в мажоритарну структуру [3].

## II. Мета роботи

Метою роботи є розробка моделі ВС, в якій використано вкладення мажоритарних структур в мажоритарну структуру. Здійснити оцінку ефективності ВС з використанням вкладених мажоритарних структур в мажоритарну структуру в порівнянні з ВС на основі мажоритарної структури з фіксованим правилом прийняття рішення та ВС з реконфігурацією ядра мажоритарної структури.

## III. Особливості структури відмовостійкої системи

До складу ВС, структурна схема якої представлена на рис. 1, входить: 3 ядра, які мають по 3

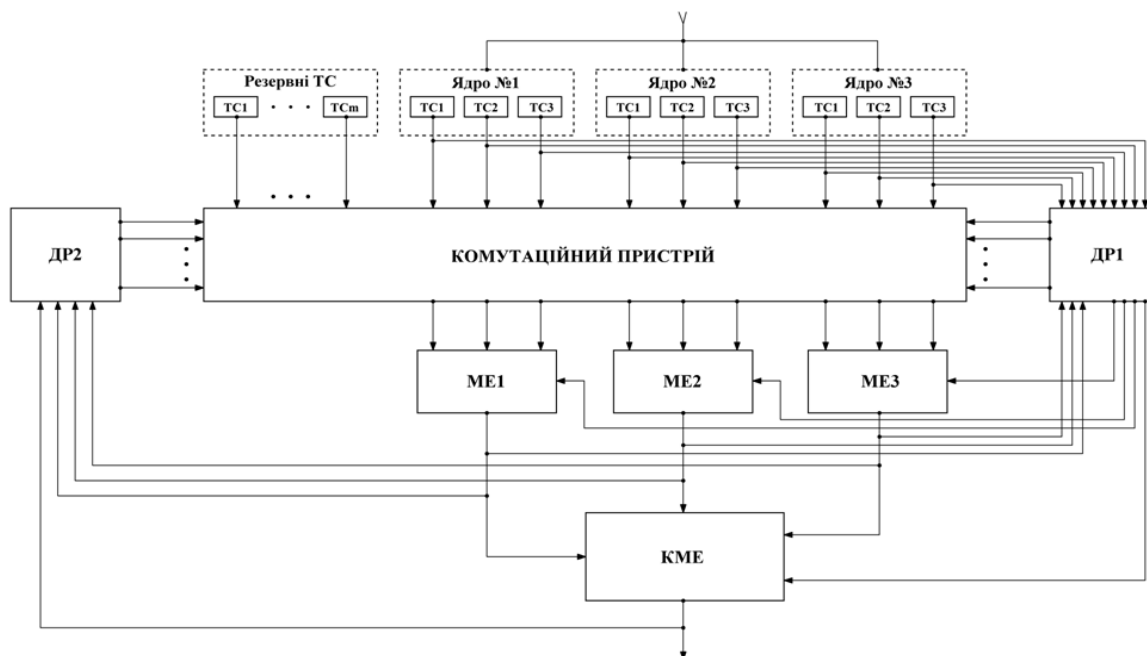


Рисунок 1 - Структурна схема відмовостійкої системи з використанням вкладених мажоритарних структур в мажоритарну структуру

технічні системи (ТС); резервні ТС, що з'являються в процесі втрати працездатності одного із ядер; детектор розузгодження для виявлення несправних ТС (ДР<sub>1</sub>); детектор розузгодження для виявлення несправних ядер (ДР<sub>2</sub>); мажоритарні елементи для 1-го, 2-го, 3-го ядра (МЕ<sub>1</sub>, МЕ<sub>2</sub>, МЕ<sub>3</sub>); кінцевий мажоритарний елемент (КМЕ); комутаційний пристрій (КП).

Для підвищення надійності в кожному ядрі використовується мажоритарна структура, а самі ядра включені в мажоритарну структуру. Технічні системи, які входять в склад кожного ядра, працюють на МЕ<sub>1</sub>, МЕ<sub>2</sub>, МЕ<sub>3</sub>. Відповідно з виходів кожного МЕ<sub>1</sub>, МЕ<sub>2</sub>, МЕ<sub>3</sub> сигнал надходить на КМЕ.

1. *Локалізація несправної ТС в ядрі.* Контроль працездатності ТС в ядрі виконується за допомогою ДР<sub>1</sub>. Цей детектор розузгодження здійснює порівняння на кожному такті видачі сигналу з виходу мажоритарного елемента (МЕ<sub>1</sub>, МЕ<sub>2</sub>, МЕ<sub>3</sub>) із сигналом з виходу ТС. При їх не співпадінні, в момент порівняння, ДР<sub>1</sub> видає сигнал про втрату працездатності ТС в ядрі.

2. *Локалізація несправного ядра ВС.* Контроль працездатності ядра ВС виконується за допомогою ДР<sub>2</sub>. Цей детектор розузгодження здійснює порівняння сигналів з виходу МЕ<sub>1</sub>, МЕ<sub>2</sub>, МЕ<sub>3</sub> з сигналом КМЕ. При їх не співпадінні, ДР<sub>2</sub> видає сигнал про втрату працездатності ядра ВС, яка наступила внаслідок недостатньої кількості ТС, для правильної роботи ядра, тобто коли в ядрі залишається одна справна ТС або внаслідок відмови мажоритарного елемента (МЕ<sub>1</sub>, МЕ<sub>2</sub>, МЕ<sub>3</sub>).

## IV. Перелік процедур, включених в алгоритм поведінки відмовостійкої системи

*Процедура 1.* Виявлення несправної ТС в ядрі та її відключення.

*Процедура 2.* Переведення справної ТС з ядра в резерв. Ця процедура запускається після відмови мажоритарного елемента. В результаті всі справні ТС ядра переводяться в резерв. Також ця процедура запускається у випадку, коли ядро втратило працездатність внаслідок недостатньої кількості ТС для правильної роботи ядра. Остання справна ТС з ядра поповнює резерв.

*Процедура 3.* Переведення справної ТС з одного ядра в інше. Процедура передбачає переведення справних ТС з ядра, що відмовило, в інші ядра, де кількість ТС є меншою від початкової.

*Процедура 4.* Підключення резервної ТС в ядро. Ця процедура характеризується тривалістю, яку визначає затрати часу на завантаження програмного забезпечення в ТС.

## V. Розробка структурно-автоматної моделі відмовостійкої системи

Розробка моделі здійснена за технологією, поданою в [4]. Ця технологія передбачає представлення об'єкту дослідження у вигляді структурно-автоматної моделі (САМ). При розробці САМ ВС здійснюється: визначення подій, що відбуваються у ВС, які обумовлені надійнісною поведінкою, визначення компонент вектора станів, визначенням умов та обставин, за яких відбуваються базові події, компонування формул розрахунку інтенсивностей базових подій та формування правил модифікації компонент вектора станів. Для ВС з використанням вкладених мажоритарних структур в мажоритарну структуру визначено наступні базові події: "Відмова ТС в ядрі №1", "Відмова ТС в ядрі №2", "Відмова ТС в ядрі №3", "Відмова МЕ №1", "Відмова МЕ №2", "Відмова МЕ №3", "Підключення ТС з ненавантаженого резерву в ядро". Зведеними базовими подіями є: "Закінчення процедури виявлення несправної ТС в ядрі та її відключення", "Переведення справної ТС з ядра в ненавантажений резерв", "Переведення справної ТС з одного ядра в інше".

### Висновок

В роботі розроблено структурно-автоматну модель ВС з використанням вкладених мажоритарних структур в мажоритарну структуру, яка дозволяє розв'язувати задачі багатоваріантного аналізу. Визначено її ефективність в порівнянні з ВС на основі мажоритарної структури з фіксованим правилом прийняття рішення та ВС з реконфігурацією ядра мажоритарної структури.

### Список використаних джерел

1. Мандзій Б.А. Оцінювання показників надійності відмовостійкої системи на основі мажоритарної структури з врахуванням параметрів стратегії аварійного відновлення / Б.А. Мандзій, Б.Ю. Волочій, Л.Д. Озірковський, М.М. Змисний, І.В. Кулик // Вісник НУ "Львівська політехніка". Радіотехніка та телекомунікації. – 2011.– №705. С. 216-224.
2. Models of fault-tolerant systems with reconfiguration of the core of structure of "K of N" / B.Volochiy, L. Ozirkovskyy, M.Zmysnyi // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії: матеріали XI Міжнар. конф. TCSET'2012, 21-24 лютого 2012, Львів-Славське, Україна, - Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – С. 89–90.
3. Арсеньев Ю.Н. Проектирование систем логического управления на микро-процессорных средствах / Ю.Н. Арсеньев, В.М. Журавлев. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
4. Волочій Б.Ю. Технологія моделювання алгоритмів поведінки інформаційних систем / Б.Ю. Волочій. – Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2004. – 220 с.

УДК 621.311.68

## ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО ПРОФІЛАКТИЧНОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЖЕРЕЛА БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЦЕНТРУ ОБРОБКИ ДАНИХ

Кузнєцов Д.С.

*Національний університет «Львівська політехніка», аспірант*

### I. Постановка задачі

Одним з важливих показників, на який звертають увагу, при виборі джерел безперебійного електроживлення (ДБЕЖ) для центрів обробки даних (ЦОД) є показник надійності ДБЕЖ. Проблемі надійності ДБЕЖ для ЦОД проєктантами приділяється велика увага [1-4]. Причиною цього є значні матеріальні збитки (або рідше загроза здоров'ю та життю людини) при відсутності живлення. Наприклад, приблизні збитки (за даними Berkeley Internet Week 2000 Contingency Planning Research), що можуть бути викликані простоем у роботі тривалістю в 1 год. на підприємствах різних типів в США складають (табл. 1)[3]:

Таблиця 1

Приблизні втрати, що можуть бути викликані простоем у роботі тривалістю в 1 год.

Тип підприємства	Вартість години простою
Біржові транзакції	Кілька млн. дол.
Авторизація кредитних карт (банки)	\$ 2000000
Amazon	\$ 180 000
Бронювання квитків на літаки	\$ 89 000
Резервування (готелів, автомобілів і т.п.)	\$ 41000
Банкомати	\$ 14 000

В інформаційних джерелах визначені вимоги до надійності подачі живлення (для різних потреб коефіцієнти готовності коливаються від значень 99.9% до 99.99999%) ДБЕЖ [5] та способи її забезпечення шляхом використання відмовостійких систем (ВС) з відповідною конфігурацією [1-4]. Відмовостійкі системи, що знайшли застосування в практиці проектування ДБЕЖ, часто проектуються по схемах  $(N+M)$  або  $2 \times (N+M)$  [1], тобто використовується комбіноване структурне резервування [1-4]. Також для таких ДБЕЖ передбачено технічне обслуговування з використанням стратегії аварійного, профілактичного, або комбінованого відновлення. В роботі [8] представлено підхід до створення моделей для аналізу надійності ДБЕЖ для ЦОД.

Вибір конфігурації відмовостійкої системи (ВС) і параметрів технічного обслуговування (ТО) пов'язаний зі значними економічними затратами. Тому актуальною є задача визначення параметрів профілактичного ТО для різних ВС при рівних заданих показниках надійності. Це дасть можливість кількісно відповісти на питання про те, що є економічно вигідніше при проектуванні ВС для ДБЕЖ: вибір складнішої конфігурації ВС з вищим показником надійності і нижчими вимогами до профілактичного ТО, чи навпаки: вибір простішої конфігурації ВС, з нижчим показником надійності, але з вищими вимогами до профілактичного ТО. Для вирішення такої задачі необхідно мати у розпорядженні проектанту надійнісні моделі з достатнім ступенем адекватності, які б дозволили проводити надійнісний аналіз різних варіантів конфігурації ВС для ДБЕЖ.

Отже, проблема розробки надійнісних моделей ДБЕЖ з комбінованим структурним резервуванням є актуальною і потребує свого вирішення.

## **II. Конфігурації відмовостійких систем для джерел безперебійного електроживлення**

Типова конфігурація відмовостійкої системи для ДБЕЖ подана в [6], яка включає в себе: блок живлення (БЖ), з модульною структурою, який складається з однотипних модулів робочої конфігурації, такі ж модулі ковзного резерву БЖ, акумулятор, зарядний пристрій акумулятора, засоби комутації, контролю і діагностики. У доповіді представлено надійнісні моделі для наступних модифікацій конфігурації відмовостійкої системи для ДБЕЖ (табл.1).

1) з використанням навантаженого постійного резерву модулів БЖ з перерозподілом навантаження при відмові модуля, та загальним резервуванням БЖ за допомогою акумуляторної групи (схема резервування  $N+M$ ).

2) дві паралельні схеми, кожна з яких використовує навантажений постійний резерв модулів БЖ з перерозподілом навантаження при відмові модуля, та загальним резервуванням БЖ за допомогою акумуляторної групи (схема резервування  $2 \times (N+M)$ ). Причому одна зі схем  $(N+M)$  знаходиться у ненавантаженому резерві.

## **III. Фактори ненадійності джерел безперебійного електроживлення**

Ненадійність електроживлення радіоелектронної апаратури обумовлена двома факторами [7]: ненадійністю електромережі та ненадійністю самого ДБЕЖ. Після відмови модуля в блоці живлення ЦОД переходить на автономну роботу від акумулятора. Ефективність акумулятора визначають його параметри: середні значення тривалостей: розряджання, заряджання, саморозряджання і безвідмовної роботи. У випадку, коли присутні дві акумуляторні групи, якщо одна з них працювала на навантаження і розрядилась або відмовила, а БЖ не відновлено, то передбачено переключення засобами комутації на іншу акумуляторну групу, якщо вона працездатна і заряджена. При відмові засобу комутації ДБЕЖ втрачає працездатність в момент, коли до нього надходить команда від засобу контролю. Ефективність контролю та діагностики визначають вибрані методи та надійність засобів (апаратних і програмних), якими реалізовано їх функції. Неуспішна локалізація несправного модуля приводить до вилучення справного модуля із робочої конфігурації БЖ.

## **IV. Короткий опис розроблених моделей відмовостійких систем для джерел безперебійного електроживлення**

Надійнісні моделі ДБЕЖ розроблені з використанням удосконаленої технології моделювання відмовостійких систем [6], в якій побудова графу станів і переходів є автоматизована, що важливо при великій кількості варіантів їх побудови, які підлягають аналізу. Ця технологія реалізована в програмному модулі ASNA-1. Згідно цієї технології розроблені структурно-автоматні моделі відмовостійких систем для ДБЕЖ з вищезазначеними ВС.

Ступінь адекватності розроблених моделей визначається тим, що:

- у моделях враховано відмови модулів робочої конфігурації БЖ, ненадійність переключень (навантаження з БЖ на акумулятор і навпаки, підключення модуля ковзного резерву у робочу конфігурацію, підключення акумулятора до зарядного пристрою), ненадійність засобів контролю та діагностики, параметри акумуляторів, а також ефективність ремонтного органу;



- у випадку необхідності врахування ненадійності модуля контролю враховується інтенсивність його відмов;

- у випадку необхідності врахування ненадійності електромережі, враховуються інтенсивність її відключення та середнє значення тривалості відсутності подачі номінальної напруги, а також переключення навантаження на генераторну установку і навпаки.

#### **V. Вирішення задачі надійнісного проектування з використанням розроблених моделей**

Для визначення вимог до профілактичного ТО потрібно за допомогою розроблених моделей провести порівняльний аналіз надійності вищезазначених ВС для ДБЕЖ і визначити, які параметри профілактичного технічного обслуговування (для кожної із ВС, які підлягають аналізу) забезпечують задане значення показника надійності (тривалості безвідмовної роботи або коефіцієнта готовності). Після цього, маючи інформацію про економічні затрати на реалізацію профілактичного ТО і ВС для ДБЕЖ, стає можливим проведення оптимізації по критерію ціна/надійність.

#### **VI. Висновок**

Розроблені надійнісні моделі відмовостійких систем для джерел безперебійного електроживлення дозволяють вирішувати задач, які є актуальними при їх проектуванні.

#### **Список використаних джерел**

1. Орлов С. ИБП в инфраструктуре ЦОД // Журнал сетевых решений/LAN №12 2007. – Режим доступу: <http://www.osp.ru/lan/2007/12/4659671>
2. Электроснабжение центра обработки данных (ЦОД) — Режим доступу: [http://www.policom.ru/solution/engineering/power.php?sphrase\\_id=2533479](http://www.policom.ru/solution/engineering/power.php?sphrase_id=2533479)
3. Теория вероятностей: резервирование и время безотказной работы ЦОД - Режим доступу: <http://telecomblogger.ru/5204>
4. Neil Rasmussen “Effect of UPS on System Availability” – APC– 2004 - Режим доступу: [http://www.apcmedia.com/salestools/SADE-5TNQYY\\_R3\\_EN.pdf](http://www.apcmedia.com/salestools/SADE-5TNQYY_R3_EN.pdf)
5. Tier datacenter — уровни надежности дата-центра – Режим доступу: <http://dcnt.ru/?p=22>
6. Волочий Б.Ю. Технологія моделювання алгоритмів поведінки інформаційних систем. – Львів: Вид-во Національного ун-ту "Львівська політехніка", 2004. – 220 с.
7. Неплохов И., Басов И. Электроснабжение первой категории надежности и новая нормативная база по пожарной безопасности – 2009. – Режим доступу: <http://articles.security-bridge.com/articles/101/12681/>
8. Маккарти К. Сравнение различных схематических конфигураций систем ИБП – APC – 2004 - Режим доступу: [http://www.apcmedia.com/salestools/SADE-5TPL8X\\_R0\\_RU.pdf](http://www.apcmedia.com/salestools/SADE-5TPL8X_R0_RU.pdf)
9. [http://www.apcmedia.com/salestools/SADE-5TPL8X\\_R0\\_RU.pdf](http://www.apcmedia.com/salestools/SADE-5TPL8X_R0_RU.pdf)

УДК 519.24

## **ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ІНТЕРВАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ СТАТИЧНИХ СИСТЕМ**

**Манжула В.І.<sup>1)</sup>, Мачула В.Я.<sup>2)</sup>**

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> студент*

### **I. Постановка проблеми**

Процес побудови інтервальних моделей, який включає структурну та параметричну ідентифікації, пов'язаний із розв'язуванням інтервальних систем лінійних алгебраїчних рівнянь (ІСЛАР). Як правило дану задачу розв'язують на основі методів лінійного програмування (ЛП): методу штучного базису, модифікованого симплекс-методу [1]. Як показує практика, ці методи володіють рядом недоліків, зокрема, наявністю в даних методах проблем зациклення в ітераціях пошуку оптимального плану, чутливістю результату до похибок заокруглень в даних. Це, в свою чергу, вносить невизначеність в обґрунтування висновку про неадекватність моделі, при несумісності ІСЛАР. Оскільки, невідомо, що є причиною несумісності ІСЛАР: похибка методів ЛП, структура моделі чи некоректність інтервальних даних.

### **II. Мета роботи**

Метою даного дослідження є спроба пошуку альтернативних методів розв'язку ІСЛАР в задачах параметричної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем на основі інтервальних даних.

### **III. Задача параметричної ідентифікації інтервальних моделей**

Нехай відома структура інтервальної моделі, задана лінійно-параметричним рівнянням з фіксованою кількістю параметрів:

$$y(\bar{x}) = \bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b}, \quad (1)$$

де  $\bar{\varphi}^T(\bar{x}) = (\varphi_1(\bar{x}), \dots, \varphi_m(\bar{x}))$  – відомий вектор базових функцій,  $\bar{b} = (b_1, \dots, b_m)^T$  – невідомий вектор оцінок параметрів, розмірністю  $m$ .

Для ідентифікації параметрів моделі використовують результати експерименту, представлені у вигляді матриці  $X$  значень вхідних змінних і відповідних інтервальних значень вихідної змінної  $[\bar{Y}]$  [2]:

$$X = \{x_{ij}, i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, n\}; [\bar{Y}] = \{[y_i^-, y_i^+], i = 1, \dots, N\}. \quad (2)$$

На основі структури моделі (1) та експериментальних даних (2) отримують таку інтервальну систему лінійних (відносно оцінок параметрів) алгебраїчних рівнянь:

$$y_i^- \leq b_1 \varphi_1(\bar{x}_i) + \dots + b_m \varphi_m(\bar{x}_i) \leq y_i^+, i = 1, \dots, N. \quad (3)$$

Розв'язком ІСЛАР (3) є множина  $\Omega$  оцінок параметрів моделі (1), яка в просторі параметрів є опуклим многогранником. На основі отриманої множини  $\Omega$  будують коридор адекватних інтервальних моделей:

$$\hat{y}(\bar{x}) = \bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b} \in \left[ \min_{\bar{b} \in \Omega} (\bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b}); \max_{\bar{b} \in \Omega} (\bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b}) \right], \quad (4)$$

де  $\min_{\bar{b} \in \Omega} (\bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b}); \max_{\bar{b} \in \Omega} (\bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b})$  – нижня та верхня межі коридору інтервальних моделей, що отримані на основі інтервальних оцінок параметрів моделі.

Згаданий вище підхід до розв'язування системи (3) дозволяє знаходити інтервальну оцінку  $[\bar{b}]$  на основі відомих обчислювальних процедур лінійного програмування. При цьому для знаходження границь  $[b_j^-, b_j^+]$  компонент вектора  $[\bar{b}]$ , необхідно розв'язувати 2-м задач ЛП [3].

#### IV. Генетичний алгоритм ідентифікації параметрів інтервальних моделей

В основу генетичного алгоритму (ГА) ідентифікації параметрів покладемо метод виділення насиченого блоку, який описаний в праці [4]. Суть даного методу полягає в тому, що з ІСЛАР (3), можна виділити блок з  $m$  рівнянь,

$$y_i^- \leq b_1 \varphi_1(\bar{x}_i) + \dots + b_m \varphi_m(\bar{x}_i) \leq y_i^+, i = 1, \dots, m, \quad (5)$$

для якого гарантовано можна отримати розв'язок у вигляді множини  $\Omega_m$ . Кількість таких блоків буде однозначно визначатись співвідношенням  $k = C_N^m$ . Відповідно, розв'язок загальної системи ІСЛАР (3), може бути отриманим на основі деякої множини  $\Omega_{mi}, i \in [1; k]$ , за умови, що отримані оцінки параметрів задовольняють всю систему рівнянь тобто межі коридору (4), який отриманий на основі множини  $\Omega_{mi}$  знаходиться в межах експериментального коридору:

$$\left[ \min_{\bar{b} \in \Omega_{mi}} (\bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b}); \max_{\bar{b} \in \Omega_{mi}} (\bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b}) \right] \in [\bar{Y}^-; \bar{Y}^+]. \quad (6)$$

Для пошуку такої множини  $\Omega_{mi}$  формування хромосоми будемо проводити випадковим чином у вигляді вектора  $\vec{V}$  розмірністю  $m$ , що містить номери рівнянь в ІСЛАР (3), які входять в поточний насичений блок:

$$\vec{V}_s = (v_1, \dots, v_i, \dots, v_m), v_i = 1, \dots, N, s = 1, \dots, k.$$

Відповідно генетичний алгоритм (основні його оператори) набуде вигляду відображеного на рисунку 1.

#### V. Апробація ГА на основі чисельного експерименту

Нехай, необхідно побудувати інтервальну модель за відомою структурою вигляду:

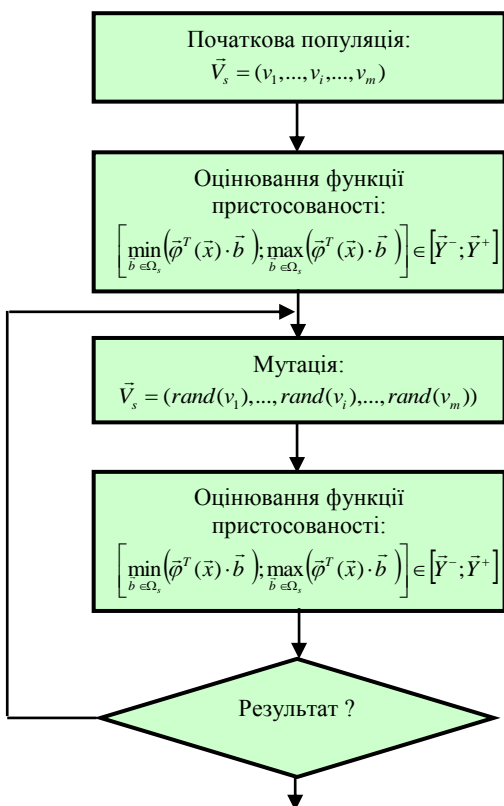


Рисунок 1 – Основні оператори ГА ідентифікації параметрів інтервальної моделі

$$y(\bar{x}) = b_1 \cdot \varphi_1(\bar{x}) + b_2 \cdot \varphi_2(\bar{x}).$$

Експериментальні дані задані у такому вигляді:

$$X = \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 12 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}; [\bar{Y}] = \begin{pmatrix} [12; 20] \\ [12; 48] \\ [5; 10] \end{pmatrix}.$$

Відповідно отримаємо ІСЛАР такого вигляду:

$$\begin{cases} 12 \leq 2 \cdot b_1 + 4 \cdot b_2 \leq 20 \\ 12 \leq 12 \cdot b_1 + 2 \cdot b_2 \leq 48 \\ 5 \leq 2 \cdot b_1 + b_2 \leq 10 \end{cases}$$

Проілюструємо роботу алгоритму.

1. Формуємо початкову популяцію:  $\vec{V}_1 = (1, 2)$ .
2. Оцінюємо функцію пристосованості. Для цього знайдемо розв'язок насиченого блоку для верхньої та нижньої меж, відповідно:

$$\begin{cases} 2 \cdot b_1 + 4 \cdot b_2 = 20 \\ 12 \cdot b_1 + 2 \cdot b_2 = 48 \end{cases}, \quad \begin{cases} 2 \cdot b_1 + 4 \cdot b_2 = 12 \\ 12 \cdot b_1 + 2 \cdot b_2 = 12 \end{cases}.$$

Отримаємо інтервальні оцінки параметрів на основі множини  $\Omega_1$  у вигляді вектора  $\vec{b} = ([0,5455; 3,4545], [2,7273; 3,2727])$ . Для даного хромосома функція пристосованості не задовольняється, тобто умова (6) не виконується:

$$[\hat{Y}] = \begin{pmatrix} [12; 20] \\ [12; 48] \\ [3,82; 10,18] \end{pmatrix} \notin [\bar{Y}] = \begin{pmatrix} [12; 20] \\ [12; 48] \\ [5; 10] \end{pmatrix}.$$

3. Проводимо мутацію хромосоми:  $\vec{V}_2 = (1, 3)$ .
4. Оцінюємо функцію пристосованості. Системи рівняння для верхньої та нижньої меж насиченого блоку, відповідно:

$$\begin{cases} 2 \cdot b_1 + 4 \cdot b_2 = 20 \\ 2 \cdot b_1 + b_2 = 10 \end{cases}, \quad \begin{cases} 2 \cdot b_1 + 4 \cdot b_2 = 12 \\ 2 \cdot b_1 + b_2 = 5 \end{cases}.$$

Інтервальні оцінки параметрів на основі множини  $\Omega_2$  – вектор параметрів:  $\vec{b} = ([1,33; 3,33], [2,33; 3,33])$  – задовольняють загальну ІСЛАР:

$$[\hat{Y}] = \begin{pmatrix} [12; 20] \\ [20,6; 46,6] \\ [5; 10] \end{pmatrix} \in [\bar{Y}] = \begin{pmatrix} [12; 20] \\ [12; 48] \\ [5; 10] \end{pmatrix}.$$

Прогнозований на основі інтервальних оцінок параметрів множини  $\Omega_2$  та експериментальний коридори в порівнянні наведено на рисунку 2.

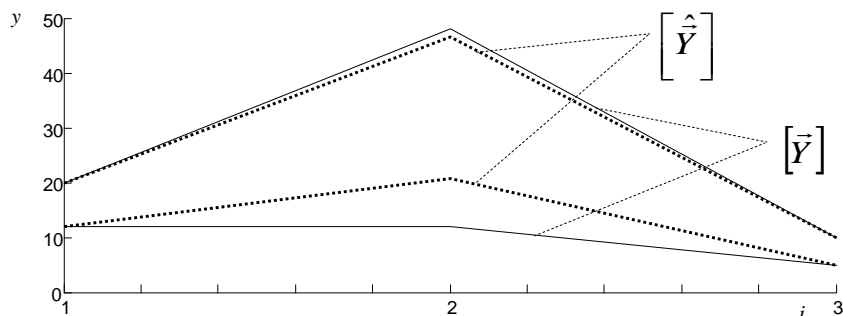


Рисунок 2 – Прогнозований коридор в порівнянні з експериментальним для насиченого блоку, який заданий хромосомою вигляду:  $\vec{V}_2 = (1, 3)$

Отже, ми отримали розв'язок ІСЛАР на основі запропонованого ГА.

Даний алгоритм може бути модифікований в напрямку збільшення популяції та введення схрещування і селекції особин на основі критерію повноти моделей [4].

Крім того, відкритим є питання дослідження обчислювальної складності генетичного алгоритму і на його основі виявлення випадків, в яких застосування даного алгоритму є доцільним та ефективним.

### Висновки

1. Проаналізовано задачу оцінювання параметрів інтервальних моделей. Виділено недоліки застосування методів ЛП, які у модифікованому вигляді застосовуються для розв'язку ІСЛАР.

2. Запропоновано генетичний алгоритм параметричної ідентифікації на основі формування хромосом, які описують насичені блоки рівнянь розмірністю  $m \times m$ , на основі яких гарантовано можна отримати загальний розв'язок ІСЛАР.

### Список використаних джерел

1. Дивак М.П. Модифікація симплекс-методу розв'язування задач лінійного програмування для побудови інтервальних моделей / Дивак М.П., Шклярєнко Н.П. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2000. – №1. – С. 138 – 141.
2. Дивак М.П. Обчислювальні аспекти методів локалізації розв'язків задач параметричного оцінювання в умовах обмежених похибок. // Відбір та обробка інформації. – 2002. – №16 (92) – С. 43 – 47.
3. Дивак М.П. Активна ідентифікація параметрів інтервальних моделей методом локалізації з виділенням насиченого блоку експерименту / Дивак М.П., Манжула В.І. // Вісник НУ “Львівська політехніка”. Радіоелектроніка та телекомунікації. – Львів: НУ “Львівська політехніка”. – 2002. – № 440. – С. 241 – 246.

УДК 519.24

## АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІБЛІОТЕЧНИХ РЕСУРСІВ ТА ФАКТОРІВ ЇХ ФОРМУВАННЯ

Манжула В.І.<sup>1)</sup>, Островський А.В.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр*

### I. Постановка проблеми

Проблемі удосконалення управління процесами використання розподілених інформаційних ресурсів присвячені праці таких відомих науковців, як Б.С. Єлепов, М.С. Карташов, А.О. Чекмарьов та ін. [1] Формування та моделювання показників ефективності діяльності інформаційних і бібліотечних систем визначається рядом факторів: необхідність мати можливість аналізувати мінливість в динаміці; можливість передбачити зв'язки кожного основного показника з рядом додаткових, які розкривають шляхи впливу на підвищення їх рівня.

### II. Мета роботи

Метою даного дослідження є аналіз основних показників ефективності використання розподілених інформаційних ресурсів бібліотек та визначення факторів їх формування, на основі яких можна провести імітаційне моделювання даних показників.

### III. Аналіз показників ефективності діяльності бібліотек та факторів їх формування

Одним із методів формування відносних показників ефективності діяльності бібліотек є роторний принцип [1]. Згідно роторного принципу в якості основної початкової характеристики ефективності бібліотеки приймають показник продуктивності  $P_n$ , який визначається книговидачею на душу населення, що мешкає в регіоні:

$$P_n = \frac{V}{N} \quad (1)$$

де  $V$  – загальна кількість джерел, які видані бібліотекою читачам за рік;  $N$  – чисельність населення.

В чисельник і знаменник цього виразу вводять показники бібліотечної статистики. У цьому, власне, і полягає сутність роторного принципу: якщо помножити і поділити праву частину у формулі (1) на число читачів бібліотеки ( $B$ ) і на обсяг фондів першоджерел ( $F$ ), то легко можна одержати

залежність продуктивності бібліотеки від таких показників, як читацька активність населення, масштаб фонду джерел бібліотеки, тобто число одиниць зберігання на одного читача і обіг фонду:

$$P_n = \frac{V \cdot B \cdot F}{N \cdot B \cdot F} = \frac{B}{N} \cdot \frac{F}{B} \cdot \frac{V}{F} = Z_B \cdot Z_F \cdot Z_V \quad (2)$$

де  $Z_B$  – читацька активність населення;  $Z_F$  – масштаб фонду джерел бібліотеки;  $Z_V$  – обіг фонду джерел бібліотеки.

Встановлення залежності (2) дозволяє провести імітаційне моделювання показників ефективності з метою прогнозування темпів і границь їх росту, що в свою чергу дає змогу намітити найбільш ефективні шляхи збільшення продуктивності конкретної регіональної бібліотеки, централізованої інформаційної або бібліотечної системи. Крім того, на основі моделювання можуть бути встановлені залежності продуктивності від інших показників діяльності бібліотеки, що ще більше розширює множину підходів до інтенсифікації її роботи.

### Висновки

1. Проаналізовано показники ефективності використання бібліотечних ресурсів та виділено фактори їх формування: читацька активність населення, масштаб фонду джерел бібліотеки, обіг фонду джерел бібліотеки, чисельність населення.

2. Визначено напрямок удосконалення управління процесами використання розподілених інформаційних ресурсів на основі імітаційного моделювання залежності показників ефективності від бібліотечної статистики.

### Список використаних джерел

1. Елепов Б.С. Управление процессами использования информационных ресурсов / Елепов Б.С., Чистяков В.М. // Новосибирск: Наука. 1989. – 237 с.

УДК 621.1: 662.767.2

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Марценюк Є.О.<sup>1)</sup>, Масник Р.І.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет,*

*<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр*

### Вступ

Однією з головних проблем сьогодення є утилізація та переробка побутових відходів (ПВ). В європейських країнах і США, людство давно прийшло до висновку, що ресурсний потенціал ПВ потрібно не знищувати, а використовувати. Не можна підходити до проблеми ПВ як до боротьби зі сміттям, ставлячи завдання будь-якою ціною його позбутися. Однак побутові відходи можуть бути не лише джерелом забруднення навколишнього середовища, але й джерелом відновлюваної енергії – біогазу, який утворюється при анаеробному (без доступу кисню) мікробіологічному бродінні. Крім того, в зброєному субстраті зменшується доля твердих домішок і він може бути використаний як добриво при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Метою даної праці є ідентифікація параметрів моделі процесів утворення біогазу в умовах інтервальної невизначеності.

### Постановка задачі

Згідно з [1] стан ізотермічного процесу бродіння ПВ можна описати задачею Коші для автономної системи нелінійних диференціальних рівнянь Моно (Monod) [2] виду

$$\begin{cases} X'(t) = \left( A_1 \frac{S(t)}{A_2 + S(t)} - A_3 \right) X(t), \\ S'(t) = -A_4 \frac{S(t)X(t)}{A_2 + S(t)}, \\ P_1'(t) = A_5 \frac{S(t)X(t)}{A_2 + S(t)} \left( 1 - \frac{P_1(t)}{P_{1,\max}} \right), \\ P_2'(t) = A_6 \frac{S(t)X(t)}{A_2 + S(t)} \left( 1 - \frac{P_2(t)}{P_{2,\max}} \right), \end{cases} \quad (1)$$

$$X(0) = X_0 > 0, \quad S(0) = S_0 > 0, \quad P_1(0) = P_2(0) = 0, \quad (2)$$

де  $X(t)$  – маса мікробіологічної біомаси,  $S(t)$  – маса побутових відходів,  $P_1(t)$  – маса метану,  $P_2(t)$  – маса відбродженого субстрату (органічного добрива),  $P_{1,\max}$  – максимальна маса метану,  $P_{2,\max}$  – максимальна маса відбродженого субстрату,  $A_1 - A_6 \geq 0$  – коефіцієнти.

Після дискретизації моделі (1-2) за явною схемою Ейлера отримаємо

$$\begin{cases} X_{k+1} = X_k + h \left( A_1 \frac{S_k}{A_2 + S_k} - A_3 \right) X_k, \\ S_{k+1} = S_k - h A_4 \frac{S_k X_k}{A_2 + S_k}, \\ P_{1,k} = P_{1,\max} (S_0 - S_k) / S_0 \\ P_{2,k} = P_{2,\max} (S_0 - S_k) / S_0 \end{cases} \quad (3)$$

Введемо такі позначення оцінок змінних стану системи дискретних рівнянь динаміки (1):  $\hat{x}_{1,k} = X_k$ ,  $\hat{x}_{2,k} = S_k$ ,  $\hat{x}_{3,k} = P_{1,k}$ ,  $\hat{x}_{4,k} = P_{2,k}$  та  $\hat{x}_{3,\max} = P_{1,\max}$ ,  $\hat{x}_{4,\max} = P_{2,\max}$ .

Умови забезпечення прогнозу інтервальних оцінок мікробіологічної маси та маси органічних відходів в процесі бродіння в заданих межах, визначених похибками спостережень за вихідними змінними згідно з [3] представлені у вигляді:

$$\begin{cases} [\hat{x}_{1,k+1}] = [\hat{x}_{1,k+1}^-; \hat{x}_{1,k+1}^+] \subseteq [z_{1,k+1}] = [z_{1,k+1}^-; z_{1,k+1}^+], \\ [\hat{x}_{2,k+1}] = [\hat{x}_{2,k+1}^-; \hat{x}_{2,k+1}^+] \subseteq [z_{2,k+1}] = [z_{2,k+1}^-; z_{2,k+1}^+], \end{cases}$$

де  $[z_{1,k+1}] = [z_{1,k+1}^-; z_{1,k+1}^+]$ ,  $[z_{2,k+1}] = [z_{2,k+1}^-; z_{2,k+1}^+]$  – відповідно інтервальні оцінки вимірної маси мікроорганізмів та маси побутових відходів,  $k = 0, \dots, 60$  – часові дискрети. Динаміку отримання біогазу (метану) та відбродженого субстрату отримаємо із рівнянь

$$\begin{aligned} [\hat{x}_{3,k+1}^-; \hat{x}_{3,k+1}^+] &= [\hat{x}_{3,\max}] \cdot ([\hat{x}_{2,0}^-; \hat{x}_{2,0}^+] - [\hat{x}_{2,k}^-; \hat{x}_{2,k}^+]) / [\hat{x}_{2,0}^-; \hat{x}_{2,0}^+], \\ [\hat{x}_{4,k+1}^-; \hat{x}_{4,k+1}^+] &= [\hat{x}_{4,\max}] \cdot ([\hat{x}_{2,0}^-; \hat{x}_{2,0}^+] - [\hat{x}_{2,k}^-; \hat{x}_{2,k}^+]) / [\hat{x}_{2,0}^-; \hat{x}_{2,0}^+]. \end{aligned}$$

де  $k = 0, \dots, N-1$  – часові дискрети.

Для ідентифікації параметрів  $A_1, A_2, A_3, A_4$  моделі використовувався розроблений в праці [4] алгоритм. Алгоритм побудований на основі ітераційної процедури, суть якої полягає у випадковому пошуку оцінки вектора параметрів. Процедура пошуку згідно з [5] ґрунтується на таких кроках: 1. вибір початкового наближення вектора параметрів моделі та параметрів стану, заданих у інтервальному вигляді. 2. Перевірка якості початкового наближення вектора параметрів на основі узагальненого показника, який характеризує наближеність прогнозованих на основі моделі значень змінних стану з експериментальними даними, представленими у інтервальному вигляді. 3. Суть алгоритму полягає у генеруванні випадкового вектора оцінок параметрів  $\vec{A} = (A_1, A_2, A_3, A_4)$  моделі, оцінювання якості поточного наближення оцінок параметрів,

## Висновок

Описано модель динаміки процесів бродіння побутових відходів. Реалізовано алгоритм параметричної ідентифікації даної моделі. В алгоритмі використано методи випадкового пошуку і критерій забезпечення заданого коридору прогнозування, що визначається з похибок спостережень за вихідними змінними. Ідентифікована модель дозволяє прогнозувати концентрації біогазу та відбродженого субстрату, що має значну практичну цінність.

## Список використаних джерел

1. Krylow M. Kinetics of Subsequent Phases of the Anaerobic Processes // Proceedings of a Polish-Swedish seminar. – 2003. – P. 29-37.
2. Andrés-Toro B. Multiobjective optimization and multivariable control of the beer fermentation process with the use of evolutionary algorithms / B. de Andrés-Toro, J. M. Girón-Sierra, P. Fernández-Blanco, J. A. López-Orozco, E. Besada-Portas // Journal of Zhejiang University Science. – 2004. – № 5 (4). – P. 378–389.
3. Дивак М.П. Інтервальні дискретні динамічні моделі виробництва біогазу з побутових органічних відходів / М. П. Дивак, А. В. Пукас, Є. О. Марценюк // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України : Спеціальний випуск. – Київ, 2010. – С. 179–184.
4. Марценюк Є. О. Ідентифікація дискретних динамічних моделей процесів з інтервальною невизначеністю у біогазових установках переробки органічного сміття / Є. О. Марценюк, М. П. Дивак, Ю. Р. Піговський, Т. М. Дивак // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія „Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка. – 2010. – Вип. 11 (164). – С. 181–188.
5. Дивак М.П. Моделювання лінійних динамічних систем із заданою структурою вимірювання методами аналізу інтервальних даних / Дивак М.П., Пукас А.В., Марценюк Є.О., Войтюк І.Ф. // Моделювання та керування станом еколого-економічних систем регіону. Збірник праць. – Київ: МННЦ ІТС. – 2008. – С. 79-91.

УДК 631.461

## МОДЕЛЮВАННЯ ВИНОРОБНОГО БРОДІННЯ З ДВОМА КУЛЬТУРАМИ МІКРООРГАНІЗМІВ

Марценюк Є.О.<sup>1)</sup>, Піговський Ю.Р.<sup>2)</sup>, Тюрін В.О.<sup>3)</sup>  
Тернопільський національний економічний університет, к.т.н.,  
<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> к.т.н., доцент; <sup>3)</sup> магістр

### І. Постановка проблеми

При бродінні вина використовуються культури мікроорганізмів виду “*Saccharomyces cerevisiae*”, які надалі називатимемо культурами *A*. Поряд з ними у вині можуть розвиватися дикі культури мікроорганізмів “*Brettanomyces*”, які називатимемо культурами *B*. В умовах інтенсивного розвитку останніх може відбутися зіпсуття вина.

Зменшення ризику зіпсуття вина культурами *B* здійснюється внесенням деякої кількості етилового спирту на початку процесу бродіння. Модель [1] у формі задачі Коші для системи звичайних диференціальних рівнянь можна розвинути на випадок культивування двох культур мікроорганізмів – *A* і *B* таким чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} X'_A(t) = \gamma(t - \lambda_A(P_0))(A_1(P_0)H_G[S(t), P(t)] - A_2(P_0))X_A(t), \\ X'_B(t) = \gamma(t - \lambda_B(P_0))(B_1(P_0)H_G[S(t), P(t)] - B_2(P_0))X_B(t), \\ S'(t) = -\gamma(t - \lambda_A(P_0))A_3(P_0)\frac{S(t)}{A_4 + S(t)}X_A(t) - \\ \quad -\gamma(t - \lambda_B(P_0))B_3(P_0)\frac{S(t)}{B_4 + S(t)}X_B(t), \\ P'(t) = A_7[\gamma(t - \lambda_A(P_0))A_3(P_0)\frac{S(t)}{A_4 + S(t)}X_A(t) + \\ \quad + \gamma(t - \lambda_B(P_0))B_3(P_0)\frac{S(t)}{B_4 + S(t)}X_B(t)]\frac{S_0 - 2P(t)}{S_0}, \end{array} \right. \quad (1)$$

з початковою умовою

$$X_A(0) = X_{A,0}, X_B(0) = X_{B,0}, S(0) = S_0, P(0) = P_0, \quad (2)$$

де  $X_A(t)$ ,  $X_B(t)$  – концентрації культур мікроорганізмів А та В, відповідно, в час  $t$ ;  $\gamma(t)$  – функція Хевісайда;  $\lambda_A(P_0)$ ,  $\lambda_B(P_0)$  – тривалість лаг-фаз для культур А та В, відповідно, в залежності від початкової концентрації етилового спирту  $P_0$ ;  $H_G[S(t), P(t)]$  – функція, що моделює процес інгібування росту мікроорганізмів внаслідок дії етилового спирту;  $A_1(P_0)$ ,  $A_2(P_0)$ ,  $A_3(P_0)$  – коефіцієнти розвитку культур А, що залежать від початкової концентрації етилового спирту  $P_0$ ,  $A_4$  – коефіцієнт розвитку культур А, що не залежить від початкової концентрації етилового спирту;  $B_1(P_0)$ ,  $B_2(P_0)$ ,  $B_3(P_0)$  – коефіцієнти розвитку культур В, що залежать від початкової концентрації етилового спирту  $P_0$ ,  $B_4$  – коефіцієнт розвитку культур В, що не залежить від початкової концентрації етилового спирту;  $S(t)$ ,  $P(t)$  – концентрація субстрату і етилового спирту в час  $t$ .

Тривалості лаг-фаз  $\lambda_A(P_0)$ ,  $\lambda_B(P_0)$  в залежності від початкової концентрації етилового спирту  $P_0$  записують такі функціями [2]

$$\lambda_A(P_0) = \lambda_{0,A} \left(1 - \frac{P_0}{P^*}\right)^{n_A}, \quad \lambda_B(P_0) = \lambda_{0,B} \left(1 - \frac{P_0}{P^*}\right)^{n_B}, \quad (3)$$

де  $\lambda_{0,A}$ ,  $\lambda_{0,B}$  – тривалості лаг-фази при відсутності етилового спирту у годинах,  $n_A$ ,  $n_B$  – константи,  $P^*$  – критична концентрація етилового спирту в грамах на літр, при якій повністю припиняється розвиток мікроорганізмів. В [2] повідомляються наступні значення коефіцієнтів моделі (3) для культури “*Brettanomyces*”:  $n_B = -1$ ,  $\lambda_{0,B} = 4.1$  годин, а  $P^* = 91$  грам на літр.

Експериментальні дослідження, проведені в [1] показують значну мінливість коефіцієнтів моделі  $A_1, A_2, A_3$  при різних значеннях початкової концентрації етилового спирту  $P_0$ . Звідки впливає проблема параметричної ідентифікації моделі (1)–(2).

## II. Мета роботи

Метою роботи є ідентифікація моделі двох культур мікроорганізмів, що враховує присутність етилового спирту у відомому діапазоні концентрації на початку процесу.

## III. Ідентифікація моделі з двома культурами мікроорганізмів

Користуючись структурою моделі [1] можна побудувати оцінки коефіцієнтів  $A_1, A_2, A_3$  та  $B_1, B_2, B_3$ , що є адекватними і достатньо точними для широкого діапазону значень початкової концентрації  $P_0$ :

$$A_1(P_0) = a_0 + \exp(a_1 + a_2 P_0), \quad A_2(P_0) = \exp(a_3 + a_4 P_0) \quad (4)$$

$$A_3(P_0) = \begin{cases} \exp(a_5 + a_6 P_0 + a_7 P_0^2), & P_{\min} \leq P_0 \leq P_{\Lambda_1}, \\ \exp(a_8 + a_9 P_0 + a_{10} P_0^2), & P_{\Lambda_1} < P_0 \leq P_{\Lambda_2}, \\ \exp(a_{11} + a_{12} P_0 + a_{13} P_0^2), & P_0 > P_{\Lambda_2}, \end{cases} \quad (5)$$

де  $P_{\min} < P_{\Lambda_1} < P_{\Lambda_2}$  – межові значення концентрації етилового спирту, при нагромадженню базу експериментальних спостережень.

У наступному слід дослідити проблему ідентифікації параметрів  $a_0, a_1, \dots, a_{13}$  в умовах неповної спостережуваності змінних стану системи (1). Спостережуваними будуть лише частина траєкторії змінної стану концентрації етилового спирту  $P(t)$  та її початкове значення  $P_0$ .

Процедура ідентифікації параметрів  $a_0, a_1, \dots, a_{13}$  ґрунтується на розробленому в [1, 3, 4] методі ідентифікації автономних систем Моно з неспостережуваною змінною стану. Ці підходи включають спеціальну процедуру початкового оцінювання модельних параметрів автономної системи, метод дзеркального відображення від’ємних значень коефіцієнтів для врахування природніх обмежень на їх значення, спеціальну функцію мети, а також схеми розбиття загальної задачі ідентифікації на послідовність підзадач з меншою розмірністю. Також для пришвидшення процедури ідентифікації використано метод розподілу часової ділянки розв’язання задачі Коші (1)–(2) на стійку і нестійку області [5].



## Висновок

Побудовано математичну модель динаміки росту двох культур мікроорганізмів. Структура моделі базується на працях [Medawar W., 2003] та [Пасічник Р., 2008]. Параметрична ідентифікація моделі здійснюватиметься методами початкового оцінювання модельних параметрів автономної системи, дзеркального відображення від'ємних значень коефіцієнтів для врахування природних обмежень на їх значення, функції мети, а також схеми розбиття загальної задачі ідентифікації на послідовність підзадач з меншою розмірністю. Ідентифікована модель дозволить прогнозувати динаміку процесів бродіння з різними початковими концентраціями етилового спирту, моделями похибки і спостережуваності.

## Список використаних джерел

1. Пасічник Р. М. Ідентифікація системи Моно-Ієрусалимського з керованим зворотнім зв'язком / Р. М. Пасічник, Ю. Р. Піговський // Комп'ютинг. – 2008. – Т. 7, Вип. 1. – С. 146-152.
2. Medawar W. Yeast growth: lag phase modelling in alcoholic media / W. Medawar, P. Strehaiano, M. -L. Délia // Journal on Food Microbiology (Elsevier Science Ltd.). – 2003. – № 20. – P. 527-532.
3. Дивак М.П. Інтервальні дискретні динамічні моделі виробництва біогазу з побутових органічних відходів / М. П. Дивак, А. В. Пукас, Є. О. Марценюк // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України : Спеціальний випуск. – Київ, 2010. – С. 179-184.
4. 6. Марценюк Є. О. Ідентифікація дискретних динамічних моделей процесів з інтервальною невизначеністю у біогазових установках переробки органічного сміття / Є. О. Марценюк, М. П. Дивак, Ю. Р. Піговський, Т. М. Дивак // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія „Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка. – 2010. – Вип. 11 (164). – С. 181-188.
5. Пасічник Р.М. Ідентифікація жорстких нелінійних моделей хіміко-технологічних систем / Р.М.Пасічник, Ю.Р.Піговський // Науково-технічний журнал Інституту проблем реєстрації інформації НАН України “Реєстрація, зберігання і обробка даних”, 2010, Т. 12, № 1. – С. 12-22.

УДК 519.876.5

## МЕТОД СИНТЕЗУ КОНФІГУРАЦІЇ ОЦІНОК ОБЛАСТІ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛЕЙ

Мелех О.П.

Тернопільський національний економічний університет, магістр

### І. Постановка проблеми

При побудові математичних моделей статичних систем однією з важливих задач є задача параметричної ідентифікації моделі. Для задач в яких вихідні характеристики задані у вигляді

$$\bar{x}_i [y_i^-, y_i^+], i=1, \dots, N.$$

Вважають, що в довільному  $i$ -му спостереженні істинне значення виходу  $y_0(\bar{x}_i)$  належить інтервалу  $[y_i^-, y_i^+]$ , тобто  $y_i^- \leq y_0(\bar{x}_i) \leq y_i^+$ . При параметричній ідентифікації моделей припускають, що структура моделі „вхід – вихід” задана у вигляді лінійного відносно параметрів рівняння

$$y_0(\bar{x}) = \beta_1 \cdot \varphi_1(\bar{x}) + \dots + \beta_m \cdot \varphi_m(\bar{x}),$$

де  $y_0(\bar{x})$  – істинне невідоме значення вихідної змінної;  $\bar{x} \in R^m$  – вектор вхідних змінних;  $\vec{\varphi}^T(\bar{x})$  – відомий вектор базисних функцій;  $\vec{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_m)^T$  – невідомий вектор параметрів моделі.

Тоді для побудови моделі потрібно розв'язати інтервальну систему лінійних алгебричних рівнянь такого виду [1]:

$$y_i^- \leq b_1 \varphi_1(\bar{x}_i) + \dots + b_m \varphi_m(\bar{x}_i) \leq y_i^+, i=1, \dots, N. \quad (1)$$

У випадку, коли кількість параметрів моделі ( $b_1, b_2, \dots, b_m$ ) менша за кількість рівнянь системи (1), тобто  $m < N$ , або що кількість параметрів моделі менша за кількість вихідних характеристик системи, що характерно для більшості систем, наприклад, для задач синтезу допусків на параметри елементів радіоелектронних кіл, задач визначення допусків області хірургічного втручання при проведенні операцій на щитоподібній залозі [2]. Визначення області параметрів моделі яка описується системою (1) є складною задачею, оскільки ця область є опуклим многогранником  $\Omega$  [3]. Тому використовують оцінки області параметрів менш складними фігурами, інформацію про які простіше зберігати та використовувати.

При знаходженні розв'язків системи (1) в залежності від задач які розв'язуються розглядаються різні критерії. При побудові допускових оцінок області параметрів методи оцінюють за такими критеріями:

- низька обчислювальна складність, що дозволить застосовувати методи для задач великої розмірності і знаходити розв'язки за реальний час;
- максимізація об'єму допускової оцінки області параметрів, що дозволить отримати максимальні допуски на параметри системи, наприклад, на параметри елементів радіоелектронних кіл і в результаті скоротити витрати на їхнє виробництво;
- аналітичне представлення коридорів: дозволить знизити обчислювальні ресурси для реалізації моделі, отриманої за результатами ідентифікації, тобто спростити опрацювання інформації отриманої на основі ідентифікації моделі та подальше її зберігання в пам'яті ПК.

Враховавши вищезазначені критерії, задачу знаходження області параметрів інтервальної системи лінійних алгебричних рівнянь (1), коли кількість вихідних даних більша за кількість параметрів  $m \leq N$ , яка є достатньо складною, можна спростити за рахунок побудови оцінки області параметрів  $\Omega$   $m$ -вимірним прямокутним паралелепіпедом, з гранями паралельними координатним осям [4],  $m$ -вимірним паралелепіпедом [1] або  $m$ -вимірним еліпсоїдом [2, 3, 5].

Для цього використовують методи синтезу конфігурації області оцінки. Один з підходів базується на виділенні з системи (1) насиченого блоку, тобто  $m$ -вимірної підсистеми ІСЛАР [1], яка в просторі параметрів задає  $m$ -вимірний паралелепіпед  $\Omega_m$ . Такий підхід базується на гіпотезі про те, що значна частина рівнянь ІСЛАР формують у просторі параметрів неактивні обмеження. Найбільшого розвитку такі методи параметричної ідентифікації інтервальних моделей набули для задач гарантованого оцінювання області параметрів [1], оскільки вони спрощують обчислювальні процедури. Інший підхід – це визначення конфігурації еліпсоїдної оцінки області параметрів інтервальної системи лінійних алгебричних рівнянь, яка задається центром еліпсоїда та матрицею конфігурації.

## II. Мета роботи

Метою роботи є дослідження методів синтезу конфігурації області параметрів інтервальних моделей статичних систем та розробка програмного блоку, який дозволить спростити етап визначення конфігурації області оцінки параметрів інтервальних систем лінійних алгебричних рівнянь, які використовуються не лише для опису моделей статичних систем.

## III. Особливості програмної реалізації методу синтезу конфігурації оцінок області параметрів моделей

Не знаючи вигляду многогранника  $\Omega$ , неможливо визначити в системі (1)  $m$  рівнянь, які забезпечать вигляд допускового гіперпаралелепіпеда  $\tilde{\Omega}_m$ , найближчий до многогранника  $\Omega$ ,  $\tilde{\Omega}_m \subseteq \Omega$  (для визначення допускової оцінки області параметрів) або  $\Omega \subseteq \tilde{\Omega}_m$  (для гарантованої оцінки), де  $\Omega_m$  –  $m$ -вимірний паралелепіпед, що задається підсистемою з  $m$ -рівнянь ІСЛАР (1). Тому для знаходження такого паралелепіпеда використовують критерії, що характеризують розміри області параметрів: а) об'єм  $m$ -вимірного паралелепіпеда; б) суму діагональних елементів; в) найбільшу (найменшу) діагональ. Використання оцінки області параметрів системи (1) у вигляді  $m$ -вимірного паралелепіпеда дозволяє на основі нескладних перетворень [5] перейти до еліпсоїдної оцінки.

Критерій забезпечення найбільшого об'єму області параметрів обирається на основі апріорних знань про властивості області параметрів або на основі задач, які потрібно розв'язати.

В роботі [5] описано метод синтезу конфігурації допускової області параметрів у вигляді  $m$ -вимірного еліпсоїда, який також реалізовано в запропонованій програмній системі.

Для реалізації програмного модуля для синтезу конфігурації області параметрів інтервальних моделей статичних систем використано програмне середовище MATLAB.

Проаналізувавши методи та алгоритми синтезу конфігурації області оцінок параметрів інтервальних моделей, визначено функціональні, нефункціональні вимоги до системи та вимоги користувача. Програмний блок включає інтерфейс користувача, що дозволяє як безпосередньо вводити дані про спостереження так і використовувати файли з інформацією про вхідні та вихідні характеристики системи, обирати вид оцінки області параметрів (допускова чи гарантована) та методи оцінки, задавати структуру інтервальної моделі. Проаналізовано існуюче програмне забезпечення та спроектовано систему таким чином, щоб результат роботи запропонованого програмного забезпечення без додаткових налаштувань можна було б використати в існуючій програмній системі.

## Висновок

У роботі досліджено задачу параметричної ідентифікації моделей статичних систем за умов задання виходів у вигляді інтервалів, а саме метод синтезу конфігурації області оцінки параметрів таких моделей. Запропоновано додаткове програмне забезпечення для реалізації методу синтезу конфігурації області оцінки параметрів моделі, що враховує особливості методів побудови моделей статичних систем та дозволяє спростити процес оцінки області параметрів моделі статичної системи.

## Список використаних джерел

1. Дивак М.П. Метод локалізації гарантованих оцінок в задачах параметричної ідентифікації / М.П. Дивак // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2000. — № 4. — С. 12–17.
2. Дивак М.П. Застосування методів допускового еліпсоїдного оцінювання параметрів інтервальних моделей для задачі візуалізації гортанного нерва / М.П. Дивак, О.Л. Козак, А.В. Пукас // Вісник НУ “Львівська політехніка”. Радіоелектроніка та телекомунікації. - 2010. - №680. - С. 196 -206
3. Черноусько Ф. Л. Оптимальные гарантированные оценки неопределенностей с помощью эллипсоидов / Черноусько Ф. Л. // Изв. АН СССР. Техн. киберн. - 1980. - №3. С. 3 - 11.
4. Шарый С.П. Решение интервальной линейной задачи о допусках / С.П. Шарый // Автоматика и телемеханика. — 2004. — № 10. — С. 147–162.
5. Дивак М. П. Метод формування допускової еліпсоїдної оцінки параметрів інтервальних моделей на основі виділення із інтервальної системи лінійних алгебричних рівнянь основних активних обмежень / Дивак М. П., Козак О. Л. // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2009. - Т. 11, № 2. - С.25-36.

УДК 621.311.68

## ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ РЕЗЕРВОВАНОЇ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОЇ СИСТЕМИ З СПІЛЬНИМ КОВЗНИМ РЕЗЕРВОМ МОДУЛІВ ОСНОВНОЇ ТА РЕЗЕРВНОЇ ПІДСИСТЕМ

Муляк О.В., Змисний М.М.

*Національний університет «Львівська політехніка», аспіранти*

### I. Постановка задачі

При проектуванні сучасних радіотехнічних комплексів використовуються програмно-апаратні системи з використанням відмовостійких систем з комбінованим структурним або змішаним резервуванням [1-4]. При розрахунку надійності таких систем необхідно враховувати відмови апаратної частини системи та програмного забезпечення. Відомі формули для визначення показників надійності таких відмовостійких систем отримані з великими наближеннями [5, 6] і дають завищені оцінки. Враховуючи сучасні вимоги до апаратури постає задача побудови моделей відмовостійких систем, які використовуються при проектуванні програмно-апаратних систем на етапі системотехнічного проектування. Адже це значно зменшить кінцеві фінансові затрати на реалізацію проекту. Вирішення такої задачі представлено в даній роботі.

### II. Мета роботи

Метою роботи є розробка моделі відмовостійкої системи, яка використана для забезпечення заданого рівня надійності програмно-апаратної системи, апаратна частина якої складається з однотипних модулів.

### III. Структура і поведінка відмовостійкої системи

Розглядається відмовостійка система (рис. 1) до складу якої входять: основна технічна підсистема і аналогічна резервна технічна підсистема, які складаються з однотипних модулів; засіб контролю та діагностики працездатності апаратної частини системи; засіб контролю та завантаження програми виконання завдання; пристрій комутації; ремонтний орган. Для обох технічних підсистем структурою відмовостійкої системи передбачено один модуль ковзного резерву з завантаженою ПВЗ (гарячий резерв) та декілька модулів ковзного резерву з не завантаженою ПВЗ (холодний резерв). В поведінку відмовостійкої системи закладена логіка роботи з програмою виконання завдання (ПВЗ).

Перелік процедур, які формують поведінку відмовостійкої системи

Процедура 1. Виявлення порушення працездатності в складі відмовостійкої системи.

Порушення працездатності має місце:

– в складі основної (або резервної) технічної підсистеми (при виконанні цільової функції). В такому випадку виконання цільової функції передається резервній (або основній) технічній

підсистемі та відмовостійка система залишається без загального заміщувального резерву до моменту відновлення працездатності основної (або резервної) технічної підсистеми. Або система попадає у стан катастрофічної відмови, якщо резервна технічна підсистема непрацездатна;

– в складі основної (або резервної) технічної підсистеми (підсистема знаходиться в гарячому резерві). В такому випадку відмовостійка система залишається без загального заміщувального резерву до моменту відновлення працездатності основної (або резервної) технічної підсистеми;

– в модулі ковзного гарячого резерву, в такому випадку проводиться заміна непрацездатного модуля, модулем з холодного резерву.

Виявлення порушення працездатності відбувається на двох рівнях: виявлення порушення працездатності роботи апаратної частини та порушення правильності роботи програми виконання завдання.

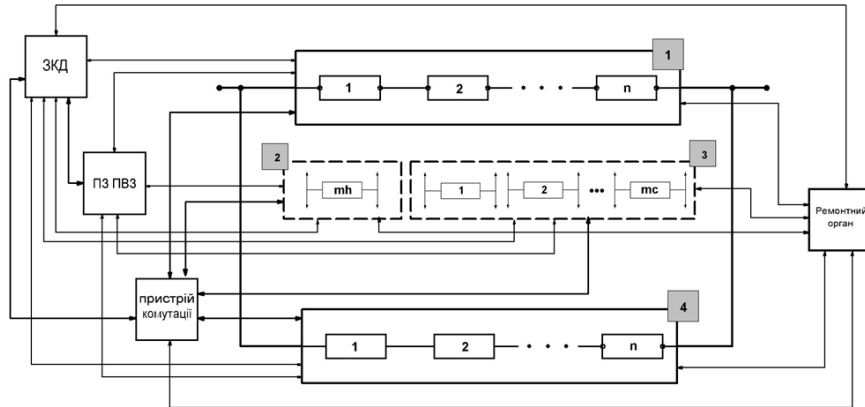


Рис. 1. Конфігурація відмовостійкої системи з спільним ковзним резервом для основної та резервної технічних підсистем, які мають однотипні модулі ( 1 - модулі основної технічної підсистеми; 2 – модуль ковзного резерву з ПВЗ; 3 – модулі ковзного резерву з невантаженою ПВЗ; 4 – резервна технічна підсистема; ЗКД – засіб контролю та діагностики апаратної частини та працездатності ПВЗ; ПЗ ПВЗ – пристрій завантаження ПВЗ.

#### Процедура 2. Локалізація модуля у складі несправної технічної підсистеми.

Локалізується несправний модуль у складі несправної технічної підсистеми та формується сигнал на пристрій комутації про необхідність проведення заміни несправного модуля. При побудові моделі треба врахувати тривалість даної процедури. Дана процедура відбувається з певною ймовірністю.

#### Процедура 3. Підключення модуля з гарячого резерву до складу несправної технічної підсистеми.

#### Процедура 4. Підключення модуля з холодного резерву до гарячого резерву.

#### Процедура 5. Завантаження програми виконання завдання в модуль, що переводиться в гарячий резерв.

#### Процедура 6. Відновлення працездатності модулів технічних підсистем.

Для відмовостійкої системи передбачено профілактичне відновлення несправних модулів технічних підсистем, яке виконується ремонтним органом. Перебування модулів в ремонті включає в себе тривалість очікування ремонту (затрати часу на доїзд ремонтної бригади на об'єкт) та тривалість проведення відновлюваних робіт. Кількість модулів, що підлягають заміні задається стратегією технічного обслуговування. Всі відновлені модулі технічних підсистеми повертаються до холодного ковзного резерву відмовостійкої системи.

### **IV. Розробка моделі відмовостійкої системи**

Згідно технології моделювання алгоритмів поведінки інформаційних систем [7] проведено розробку структурно-автоматної моделі відмовостійкої системи на основі наступних базових подій: відмова модуля основної технічної підсистеми (при виконанні цільової функції); відмова модуля резервної технічної підсистеми (при виконанні цільової функції); відмова модуля основної технічної підсистеми (підсистема знаходиться в гарячому резерві); відмова модуля резервної технічної підсистеми (підсистема знаходиться в гарячому резерві); відмова модуля ковзного резерву з навантаженою програмою виконання завдання; закінчення процедури підключення модуля з навантаженою програмою виконання завдання до непрацездатної основної технічної підсистеми; закінчення процедури підключення модуля з навантаженою програмою виконання завдання до непрацездатної резервної технічної підсистеми; закінчення процедури підключення модуля з холодного резерву в гарячий; закінчення процедури відновлення працездатності несправних модулів.

## Висновок

В даній роботі розроблена модель для дослідження показників надійності відмовостійкої системи до складу якої входить основна і резервна технічна підсистема з спільним ковзним резервом її модулів, з врахуванням роботи з програмою виконання завдання. Проведено порівняння значень показників надійності програмно-апаратної системи, отриманих за допомогою запропонованої і відомої моделей.

## Список використаних джерел

1. Динисенко Виктор. Аппаратное резервирование в промышленной автоматизации. Виктор Динисенко. – СТА, - 2008. С. 94-98.
2. Шилов А.А. Информационно-управляющая система согласующими устройствами кольцевых фазированных антенных решеток декаметрового диапазона / А.А Шилов, О.А. Белоусов, Н.А. Кольтюков // Радиотехника. 2011. №12. С.56-59.
3. Таранцев Е.К. Способы повышения производительности программно-аппаратных комплексов РЛС импульсно доплеровского типа / Е.К. Таранцев, Н.Н. Коннов // Телекоммуникации. 2011. №5. С.25-33.
4. Корзун А.Е. Организация отказоустойчивого функционирования комплексов средств автоматизации системы управления РЭС / А.Е. Корзун В.Л. Лясковский, О.Н. Неплюев // Радиотехника. 2010. №11. С.60-63.
5. Way Kuo. Optimal reliability modelling: principles and applications. Way Kuo, Ming J. Zuo. – Texas: John Wiley & Sons, Inc. – 2003. – 559 p.
6. Половко А.М. Основы теории надежности. А.М. Половко, С.В. Гуров. – Санкт Петербург: ВHV, - 2008. -702 с.
7. Волочий Б.Ю. Технологія моделювання алгоритмів поведінки інформаційних систем. Б.Ю.Волочий. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка». - 2004. – 220 с.

УДК 519.876.5

## ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ В ЗАДАЧІ СТРУКТУРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РІЗНИЦЕВОГО ОПЕРАТОРА

Очеретнюк Н.П.<sup>1)</sup>, Дивак М.П.<sup>2)</sup>, Войтюк І.Ф.<sup>3)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> здобувач; <sup>2)</sup> д.т.н., професор; <sup>3)</sup> к.т.н.

### I. Актуальність задачі

Розвинута транспортна інфраструктура у поєднанні із значною щільністю населення м.Тернополя створили величезне навантаження на біосферу шляхом забруднення повітря шкідливими викидами автотранспорту.

Як наслідок, актуальною проблемою сьогодення є встановлення реальних обсягів забруднення атмосфери шкідливими викидами автотранспорту. Дана задача розв'язується шляхом макромодельовання полів концентрацій шкідливих викидів. Аналіз літературних джерел показав, що основною проблемою при цьому є визначення структури макромоделі на основі інтервальних даних, отриманих внаслідок вимірювання концентрацій шкідливих викидів спектроаналізатором.

У ряді публікацій з даної проблематики [1] розглянуто питання ідентифікації такої макромоделі для стаціонарних полів. Запропоновано генетичний алгоритм (ГА) синтезу структури моделі; проте питання вибору параметрів цього алгоритму не досліджене, а самі макромоделі побудовані для стаціонарних полів без врахування впливу метеорологічних факторів. Саме цим обґрунтована актуальність даного наукового дослідження.

### II. Постановка задачі

Подамо структуру макромоделі, що представляє розподіл концентрацій шкідливих викидів автотранспорту, в залежності від метеорологічних умов у вигляді лінійного різницевого оператора наступним чином:

$$v_{i+1,j+1,k+1} = \bar{g}^T \cdot \bar{f}(v_{i-1,j-1,k-1}, v_{i,j,k}, u_{1,k}, u_{2,k}, u_{3,k}, u_{4,k}, u_{5,k}), \\ k = 0, \dots, N-1, i = 0, \dots, I-1, j = 0, \dots, J-1 \quad (1)$$

де  $\bar{f}(v_{i-1,j-1,k-1}, v_{i,j,k}, u_{1,k}, u_{2,k}, u_{3,k}, u_{4,k}, u_{5,k})$  – фіксований вектор базисних функцій, що задає структуру різницевого оператора;  $v_{i+1,j+1,k+1}$  – прогнозована характеристика в  $(i+1; j+1)$  точці простору у  $k+1$  момент часу;  $u_{1,k}$  – величина атмосферного тиску в  $k$ -й дискретний момент часу;  $u_{2,k}$  – величина температури повітря в  $k$ -й дискретний момент часу;  $u_{3,k}$  – величина вологості повітря в  $k$ -

й дискретний момент часу;  $u_{4,k}$  – величина швидкості вітру в  $k$ -й дискретний момент часу;  $u_{5,k}$  – значення напрямку вітру в  $k$ -й дискретний момент часу;  $\vec{g}$  – невідомий вектор параметрів різницевого оператора.

Напрямок вітру приймає скінченну множину значень, тому для зручності протиставимо кожному із них число із проміжку [1,8], як показано на Рисунку 1.

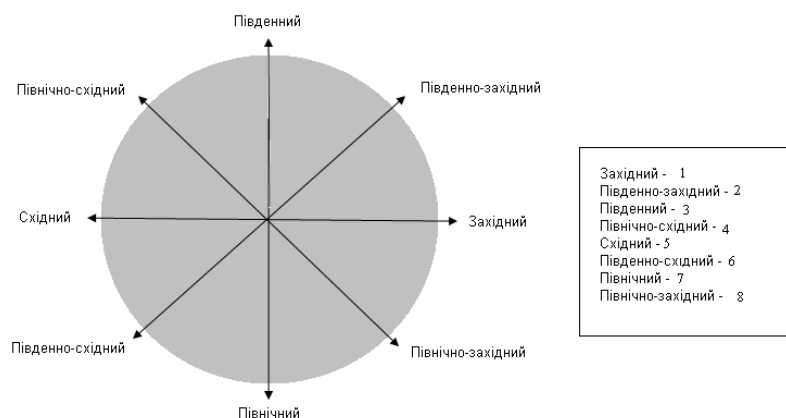


Рисунок 1 - Представлення напрямів вітру

Далі використаємо метод структурної ідентифікації інтервальних різницевих операторів на основі генетичного алгоритму.

Застосовуючи метод структурної ідентифікації інтервального різницевого оператора та генетичний алгоритм [1], проведемо дослідження зміни концентрацій шкідливих викидів діоксиду азоту у заданій точці міста відповідно до метеорологічних умов. Для побудови макромоделі використана вибірка даних за травень 2009 року. Похибка вимірювання концентрацій діоксиду азоту спектроаналізатором типу „СФ-26“ складала 25 %. Таблиця 1 відображає отримані інтервальні оцінки концентрацій діоксиду азоту, а також задає поточні метеорологічні умови.

Таблиця 1

Вхідні дані для прикладу моделювання концентрацій діоксиду азоту у залежності від метеорологічних умов ( $\text{NO}_2$ )

№ пп	$v_k^-$ , мг/м <sup>3</sup>	$v_k^+$ , мг/м <sup>3</sup>	$u_{1,k}$ , мм.рт.ст	$u_{2,k}$ , °C	$u_{3,k}$ , %	$u_{4,k}$ , м/с	$u_{5,k}$
1	0,00638	0,01063	724	20	78	5	4
2	0,05025	0,08375	724	20	78	5	4
3	0,06375	0,10625	725	23	78	7	4
4	0,009	0,015	732	21	76	5	4
5	0,00375	0,00625	732	21	76	8	5
...	...	...	...	...	...	...	...

Згенеруємо множину структурних елементів, використовуючи поліноміальні функції не вище другого степеня і для різницевого оператора не вище другого порядку. У даному випадку потужність множини структурних елементів  $L=24$ . У результаті отримано таблицю 2 множини структурних елементів.

Таким чином, на основі отриманої Таблиці 2 за допомогою методу структурної ідентифікації надалі можна генерувати структуру макромоделі для нестационарних полів розподілу шкідливих викидів автотранспорту.

### Висновки

У даній праці сформульовано задачу структурної ідентифікації інтервальних різницевих операторів для моделювання екологічного стану середовища. Обґрунтовано основні структурні елементи інтервального різницевого оператора на прикладі побудови розподілу полів концентрацій діоксиду азоту із урахування метеорологічних факторів впливу.

Множина структурних елементів

№ пп	Структурний елемент	№ пп	Структурний елемент	№ пп	Структурний елемент
1	$v_{k-1}$	9	$v_{k-1}u_{2,k}$	17	$v_k u_{5,k}$
2	$v_k$	10	$v_{k-1}u_{3,k}$	18	$v_{k-1}^2$
3	$u_{1,k}$	11	$v_{k-1}u_{4,k}$	19	$v_k^2$
4	$u_{2,k}$	12	$v_{k-1}u_{5,k}$	20	$u_{1,k}^2$
5	$u_{3,k}$	13	$v_k u_{1,k}$	21	$u_{2,k}^2$
6	$u_{4,k}$	14	$v_k u_{2,k}$	22	$u_{3,k}^2$
7	$u_{5,k}$	15	$v_k u_{3,k}$	23	$u_{4,k}^2$
8	$v_{k-1}u_{1,k}$	16	$v_k u_{4,k}$	24	$u_{5,k}^2$

### Список використаних джерел

1. І.Ф. Войтюк, М.П. Дивак, В.М. Неміш. Метод та генетичний алгоритм структурної ідентифікації інтервальних різницеєвих операторів в задачах екологічного моніторингу// Наукові праці Донецького національного технічного університету, серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка», вип. 14 (188), Донецьк, ДонНТУ, 2011. – С. 8-17.

УДК 519-7

## МЕТОД СТРУКТУРУВАННЯ ТЕМАТИЧНИХ ВЕБ-САЙТІВ НА ОСНОВІ НАПРАВЛЕНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОШУКУ

Пасічник Н.Р.

*Тернопільський національний економічний університет, аспірант*

### І. Постановка проблеми

Основа хороших результируючих показників Веб-сайту – його висока та постійна популярність, яка забезпечується інформаційними ресурсами, що містять численні оригінальні аналітичні матеріали, популярні Веб-продукти та Веб-сервіси [1]. Власники Веб-сайту прагнуть забезпечити максимальну його віддачу за рахунок стимулювання бажаної поведінки цільової аудиторії під дією впливу на неї конкуруючих Веб-сайтів. Тому служба підтримки повинна не тільки динамічно оновлювати наповнення Веб-сайту, а й розвивати його структуру відповідно до найнагальніших потреб цільової аудиторії. Дана робота присвячена розробці технології підтримки Веб-сайту навчального підрозділу із врахуванням інтересів його цільової аудиторії за рахунок направлено пошуку та обробки інформації Веб-оточення згаданого програмного продукту.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка підходів обґрунтованого структурування Веб-сайту навчального підрозділу із врахуванням запитів цільової аудиторії цього сайту.

### III. Метод синтезу структури тематичного Веб-сайту

Представники аудиторії цільового Веб-сегменту аналізують численні сайти, відзначаючи подібність та відмінність їхньої структури. Користувачі шукають потрібну для них інформацію, але прагнуть щоб шлях цього пошуку був максимально простим та звичним. Тому доцільно основу структури сайту будувати із найпоширеніших структурних елементів Веб-сайтів цільового сегмента. Формалізуємо метод побудови такої основи. При інтуїтивній специфікації структури розроблюваного сегмента дослідник переглядає структури кількох конкуруючих Веб-сайтів. Недолік такого аналізу полягає у великих витратах та можливості упущення за масивами повторюваної інформації унікальних структурних особливостей. Використання інформаційних технологій дозволяє забезпечити повноту аналізу великої множини структур сайтів з уникненням перегляду великого обсягу однотипних сторінок.

Формалізуємо метод побудови типового головного меню тематичного Веб-сайту. Нехай тематику таких сайтів задано загальним текстовим маркером *SAM* предметної області та маркером

$SS$  її специфікатора. За допомогою пошукового сервера та операції конкатенації символьних стрічок, за тематичним запитом  $QS = SAM \& SS$  отримуємо множину  $SP$  Веб-сторінок, представлених своїми HTML-кодами

$$SP(QS, P) = \{HP_i\}_{i=1}^P, \quad (1)$$

де  $P$  - потужність множини  $SP$ ;  $HP_i$  - елемент множини, що визначає HTML-код  $i$ -тої сторінки.

Із HTML-коду сторінки необхідно вибрати інформацію, яка характеризує її структуру. У першу чергу інформація про структуру представлена в меню даної сторінки. Зміст пунктів меню встановлюємо на основі анкорів тегів у вигляді " $\langle a \dots href \dots \rangle$ ", які групуються в ієрархічні списки.

Для виявлення концептів, релевантних до предметної області впорядкуємо елементи множини  $SP$  у порядку спадання частот елементів, відбираємо елементи частота появи яких менша деякої мінімальної. По кожній із відібраних сторінок проводимо рангування відібраних концептів. При цьому рангові номери виставляємо лише концептам. Так  $R_{ik}$  позначає номер (ранг)  $k$ -го концепту на  $i$ -тій сторінці. Необхідно також враховувати нерівносильність впливу сторінок Веб-сайту на аудиторію предметної області, оскільки багато користувачів переглядають перші 10 – 20 елементів видачі пошукових серверів, і лише в дуже нечисленних випадках - сторінки із другої сотні виданих результатів пошуку. Для врахування цього факту потрібно використати деяку монотонно спадну вагову функцію  $w(i)$ .

Узгодженість рангів оцінюється за коефіцієнтом конкордації Кендела :

$$W = \frac{12 \sum_{k=1}^K \left( \sum_{i=1}^I R_{ik} - \bar{R} \right)^2}{I^2 (K^3 - K)}, \quad (2)$$

де 
$$\bar{R} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I R_{ik}.$$

За умови, що

$$I(K-1)W > \chi_{K-1, \alpha}^2, \quad (3)$$

ранжування вважається значущим [5]. Якщо ранжування по повному списку концептів не можна вважати значущим, то усуваємо по одному із списку в порядку зростання їхніх ваг, тобто сумарних ваг сторінок, де вони зустрічаються. Усунення починаємо від концепта із найменшою вагою і продовжуємо аж до отримання значущого ранжування. У такому разі відібрану множину концептів розбиваємо на дві частини: множину  $RG$  із погодженими рангами та  $NR$ , ранжування по якій встановити не вдалося.

### III. Оцінка підходів побудови наповнення тематичного Веб-сайту

Після встановлення базової структури тематичного Веб-сайту, виникає питання щодо ефективного його наповнення. Наповнення може включати інформаційні ресурси або Веб-сервіси. Незаперечною перевагою останніх є їх динамічність, за рахунок чого забезпечується актуальність поданої інформації, а також її персоналізація за рахунок спеціальних параметрів вводу. При цьому питання тематики таких сервісів та методи їх реалізації виступають на передній план. Для їх розв'язання проводимо сегментацію цільової аудиторії програмного продукту та постулюємо їх ключові інтереси, адекватність яких перевіряємо за допомогою відповідного анкетування.

Для реалізації постульованого Веб-сервісу в першу чергу доцільно використати інформацію, яка є доступною у Веб-мережі. Однак важко сподіватися, щоб формат поданої інформації відповідав опціям створюваного Веб-сервісу. В першу чергу виникає завдання структуризації відповідного масиву поданої інформації. Таку структуризацію реалізуємо на основі описаного підходу, максимально використовуючи наявне структурування інформаційного сегменту Веб-мережі. При цьому не виключається нечасте втручання розробника або користувача Веб-сервісу з метою встановлення синонімії та розв'язання термінологічних протиріч предметної області.

Після уточнення структури Веб-сегмента йде пошук необхідних інформаційних полів та вибірка їх актуальних значень для наступної обробки. Оскільки аналізується цілий Веб-сегмент, то інформація отримана із різних Веб-джерел співставляється, коригується із ліквідацією пропусків в ній. Запропонований підхід вимагає конкретизації при реалізації ключових Веб-сервісів для окремих сегментів цільової аудиторії Веб-сайту.



## Висновок

У роботі запропоновано метод ефективного структурування тематичних Веб-сайтів на основі направленного пошуку та обробки інформації із Веб-середовища.

## Список використаних джерел

1. Пасічник Н.Р., Дивак М.П. Формалізм в постановці задачі створення якісного сайту. // Наукові праці ДонНТУ. Серія "Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка". - 2011. Вип 14 (188). - С.325-329.

УДК 519.876.5: 004.032.26

## МОДЕЛЮВАННЯ ІНДИКАТОРІВ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНИХ НЕЙРОМЕРЕЖ РАДІАЛЬНОГО ТИПУ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ІНТЕРВАЛЬНИХ ДАНИХ

Савка Н.Я.

*Тернопільський національний економічний університет, здобувач*

Сьогодні все частіше штучні нейронні мережі знаходять своє застосування для розв'язування актуальних задач в техніці, економіці, медицині.

Оскільки параметри штучних нейромереж персептронного типу налаштовуються лише на основі даних про вхід і вихід мережі, то це дозволяє використовувати дані нейромережі, як адаптивні системи в умовах невизначеності.

Проте існує ряд задач, вирішення яких зумовлює проблеми, що пов'язані із нелінійністю, дискретністю і нестационарністю їх постановки, зокрема, задачі прогнозування в умовах невизначеності щодо структури і параметрів досліджуваного процесу.

Одним із ефективних шляхів вирішення окреслених проблем є застосування штучних нейронних мереж із радіально-базисними функціями, оскільки – це двошарові нейромережі, які мають універсальні апроксимуючі властивості й відзначаються перевагами над штучними нейромережами персептронного типу. Дослідженню особливостей ШНМ із РБФ присвячені праці відомих науковців [1, 2].

Структура ШНМ із РБФ наведена на рисунку 1, де використано такі позначення:  $x_1, \dots, x_n$  - входи нейронної мережі даного типу;  $c_1, \dots, c_h$  - центри, нелінійні параметри прихованого шару мережі, які визначають позицію базисної функції;  $dist$  - блок, у якому обчислюють евклідову відстань між вектором входів  $\vec{x}$  і відповідним центром;  $\sigma_1, \dots, \sigma_h$  - стандартні відхилення (радіуси базисних функцій) – нелінійні параметри прихованого шару мережі, які визначають ширину базисних функцій;  $f_1(x), \dots, f_h(x)$  - радіально-базисна функція;  $w_1, \dots, w_h$  - ваги вихідного шару, які є лінійними параметрами і визначають висоту базисної функції та значення зміщення;  $y$  - вихідний нейромережевий сигнал.

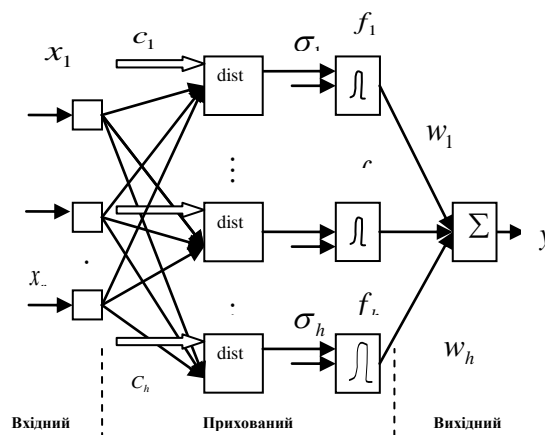


Рисунок 1 - Узагальнена архітектура штучних нейронних мереж із радіально-базисними функціями

В загальному випадку ШНМ із РБФ становить нелінійне перетворення у вигляді:

$$y_j = F_j(x) = w_{j0} + \sum_{i=1}^N w_{ij} f_i(x) = \bar{w}_j^T \bar{f}(\bar{x}) \quad \text{з } f_0(\cdot) = 1, \quad (1)$$

де  $y_j$  -  $j$ -ий нейромережевий вихідний сигнал ( $j = 1, 2, \dots, N$ ),  $F_j(x)$  - нелінійне перетворення вхідного вектора  $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  в  $j$ -ий вихідний,  $\bar{w}_j = (w_{j0}, w_{j1}, \dots, w_{jn})^T$  - вагові коефіцієнти синаптичних зв'язків,  $\bar{f}(x) = (1, f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x))$  - радіально-базисна функція [1].

Навчання штучної нейронної мережі даного типу полягає у ідентифікації вагових коефіцієнтів синаптичних зв'язків. Для налаштування ШНМ із РБФ використовують ряд методів, які варіюють від простого однокрокового алгоритму Відроу-Хоффа до методу найменших квадратів.

Існують задачі, зокрема такі, як прогнозування шкідливих викидів в атмосферу, прогнозування індикаторів економічної безпеки держави, де похибки експериментальних даних обмежені за амплітудою. У цих випадках методи ідентифікації ШНМ із РБФ на основі середньоквадратичного критерію є непридатними.

Враховуючи вищезгадані умови, найбільш придатними є методи ідентифікації штучних нейромереж радіального типу на основі аналізу інтервальних даних.

Якщо припустити, що для ідентифікації вагових коефіцієнтів штучної нейронної мережі з радіально-базисними функціями відомі вхідні дані  $x(k)$  та вихідні дані  $y_j(k)$  з певними відхиленнями  $\zeta(k)$ , то тоді модель ШНМ із РБФ представляємо у вигляді:

$$y_j(k) - \zeta(k) \leq \bar{w}_j^T \bar{f}(\bar{x}(k)) \leq y_j(k) + \zeta(k), \quad (2)$$

де  $\zeta(k)$  - відхилення, а  $k=1, 2, \dots, N$  - часова дискрета.

Якщо в штучної нейронної мережі радіального типу наявний лише один вихідний сигнал, то інтервальну модель (2) записуємо у такому вигляді:

$$y^-(k) \leq \bar{w}^T \bar{f}(\bar{x}(k)) \leq y^+(k), \quad (3)$$

де  $y^-(k) = y(k) - \zeta(k)$ ,  $y^+(k) = y(k) + \zeta(k)$ .

Задача ідентифікації вагових коефіцієнтів синаптичних зв'язків (3) зводиться до розв'язування інтервальної системи лінійних алгебричних рівнянь (ІСЛАР):

$$\begin{cases} y^-(k) \leq \bar{w}^T \bar{f}(\bar{x}(k)) \leq y^+(k); \\ \vdots \\ y^-(k) \leq \bar{w}^T \bar{f}(\bar{x}(k)) \leq y^+(k); \\ \vdots \\ y^-(k) \leq \bar{w}^T \bar{f}(\bar{x}(k)) \leq y^+(k). \end{cases} \quad (4)$$

Розв'язки ІСЛАР (4) достатньо досліджені методами інтервального аналізу[3]. Відомо, що при виконанні умови сумісності системи, її множина роз'язків утворює опуклий многогранник  $\Omega$ .

Як результат одержаної множини  $\Omega$  розв'язків ІСЛАР (4) – одержимо область можливих значень вагових коефіцієнтів синаптичних зв'язків штучної нейронної мережі із радіально-базисними функціями.

Щоб одержати множинні значення вагових коефіцієнтів ШНМ із РБФ, знаходимо  $2h$  вершин опуклого многогранника  $\Omega$  із розв'язку  $2h$  задач лінійного програмування у вигляді:

$$w_j \rightarrow \min, \quad j = 1 \dots h \quad (5)$$

$$w_j \rightarrow \max, \quad j = 1 \dots h \quad (6)$$

за умов (4).

Оцінку обґрунтованості запропонованого методу ідентифікації вагових коефіцієнтів проведено на прикладі задачі прогнозування індикаторів економічної безпеки (ІЕБ) Тернопільської області, враховуючи чинники, що на них впливають.

Для проведення досліджень здійснено підбір оптимальної структури ШНМ із РБФ, яка має високі прогностичні властивості. Для визначення центрів застосовано субтрактивний алгоритм, який ґрунтується на відомому методі кластеризації [1].

Шляхом розв'язування задач лінійного програмування, враховуючи поставлені умови, ідентифіковано вагові коефіцієнти ШНМ з РБФ й одержано прогноз ІЕБ - кількості зареєстрованих безробітних у державній службі зайнятості.

Метод базується на процедурах лінійного програмування, відрізняється від існуючих невисокою обчислювальною складністю й уможливує одержати ШНМ з РБФ, яка забезпечує прогноз із заданою точністю в межах обмежених за амплітудою похибок.

### Список використаних джерел

1. Nelles O. Nonlinear Systems Identification. – Berlin: Springer, 2001.–785 p.
2. Бодянский Е. В. Рекуррентный алгоритм обучения радиально-базисных нейронных сетей, основанный на приближительных множествах / Е. В. Бодянский, Е. В. Горшков, В. В. Колодяжный [та ін.] // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. – 2005. - № 1. – С. 116-122.
3. Калмыков С.А., Шокин Ю.И., Юлдашев З.Х. Методы интервального анализа. – Новосибирск: Наука, 1986. – 222 с.

УДК 620.179.14(088.8)

## КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ТОРКАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

Скицюк В.І.<sup>1)</sup>, Діордіца І.М.<sup>2)</sup>

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"*

*<sup>1)</sup> к.т.н.; <sup>2)</sup> асистент*

Сучасний напрямок виготовлення виробів широкого вжитку має тенденцію розвитку до компактних розмірів та всебічної мініатюризації. Але поряд з цим необхідно виготовлення і великогабаритних виробів з нових матеріалів та підвищеною точністю. Якість виготовлення будь-якого виробу є у прямій залежності від точності і виконання його механічних деталей. В умовах розвитку автоматизованих виробництв, тобто гнучкого виробництва та автоматичних ліній з застосуванням верстатів з CNC особливої уваги набуває проміжний контроль стану деталі, виробничого інструменту, та обладнання. Узагальнюючи вище сказане є можливість зауважити, що якість будь-якого технологічного процесу і, як наслідок, кінцевого виробу залежить від міри відхилення цього процесу від запланованого. Для підтримання належної якості технологічного процесу необхідне постійне спостереження за станом інструменту, деталі, верстатів та іншого обладнання. Такому контролю підлягають: плинний контроль стану інструменту, деталі, обладнання та верстатів і межовий контроль стану інструменту, деталі, обладнання та верстатів. Основними параметрами, які підлягають постійному плинному контролю, це контроль розміру виробу та розміру зносу інструмента. Межовий контроль виконує функції своєчасної реєстрації доаварійних та аварійних ситуацій. Узагальнена кількість таких ситуацій пов'язана з наступними причинами:

- помилки у програмуванні;
- неякісне кріплення інструменту та деталі;
- критичний знос інструменту;
- защемлення інструменту у тілі деталі та його руйнація.

Дослідження стану проблеми контролю та керування процесом торкання для підвищення якості виробів приладобудування довели, що процес торкання інструменту до деталі є важливим технологічним фактором, що впливає на якість виготовлення деталей приладів, і на цей час є недостатньо дослідженим фізичним явищем.

Систем, які визначають момент торкання інструменту та деталі, на цей час розроблена невелика кількість. Але ряд конструктивних недоліків та складність використання при встановленні на обладнання заважають їх широкому розповсюдженню у виробництві. Основною проблемою всіх систем контролю стану інструменту та виробу є несвоєчасне визначення моменту їх торкання. Здебільшого, невизначеність цього фактору виробничого процесу призводить не тільки до надмірних перевантажень інструменту, деталі і обладнання, але і до їх руйнації. Тому метою є створення теоретичних засад загального процесу торкання та їх прикладного застосування у технологічних системах для підвищення якості виробів у приладобудуванні.

Для досягнення цієї мети вирішено наступні наукові задачі:

- створення нової класифікації систем торкання у металообробці;

- створення засад узагальненої математичної моделі процесу торкання та її практичного застосування у металообробці;
- створення теоретичних та практичних засад побудови швидкодіючих систем торкання.

В результаті було розроблено принципи побудови високочутливих датчиків до процесу торкання. Розроблено алгоритми функціонування керуючих систем (CNC). Створені прилади, що виконують контроль торкання та методи їх застосування, надають можливість контролю практично всіх необхідних випадків торкання у металообробці. Побудована модель процесу торкання інструменту до деталі надала можливість створити новий клас прецизійних датчиків високої швидкодії (70 – 100 мкс для звичайних приладів і 3 – 4 мкс для дослідних зразків) з розрізною здібністю у 0,02 мкм, що не є остаточною для цього фізичного принципу дії приладів.

#### Список використаних джерел

1. Скицюк В.І. Технологія торкання у металообробці та нова класифікація приладів торкання // Високі технології в машинобудуванні. Зб. наук. праць ХДПУ. –Харків. – 2000. – Вип. 1(3) – С.231 – 241.
2. Скицюк В.І. Технологія ТОНТОР / Всеукраїнское научно-техническое совещание “Электрооборудование для станкостроения и машиностроения”, Одесса, 20-22 квітня 1993 г.. – 1993. –С. 24-25.

УДК 62.012

## МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

**Цебрій Р.І.<sup>1)</sup>, Масляк Б.О.<sup>2)</sup>, Сорока М.І.<sup>3)</sup>**

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> к.ф.-м.н, доцент ; <sup>2)</sup> к.т.н, доцент; <sup>3)</sup> магістр*

Конкуренція має як негативні, так і позитивні характеристики. Протягом десятиліть наголос робився лише на негативних моментах конкуренції. Це посилення соціальної несправедливості, витіснення дрібного виробника великим капіталом, розорення одних верств населення та збагачення інших, велике зростання майнової диференціації серед населення, зростання безробіття, підвищення рівня інфляції і т. ін. За умов адміністративно-командної системи конкуренція у практиці господарювання була практично відсутня.

Позитивна роль конкуренції в умовах ринкової економіки виконує ряд функцій і неопосередковано впливає на ефективність всього процесу виробництва, підвищує його технічний рівень, забезпечує підвищення якості товарів та послуг, розширення асортименту продукції.

Отже встановлення оптимальної частки ринку, що контролюється панівним суб'єктом, передбачає процес пошуку компромісного розв'язку, обумовленого сукупністю об'єктивних і суб'єктивних факторів, що впливають на кількісну міру частки ринку, яку займає підприємство.

Реальне розширення частки ринку, очевидно, залежить від різних факторів, зокрема від сили конкурентів, від необхідного для реалізації стратегії об'єму ресурсів, а також від готовності менеджменту до пожертви частини прибутків задля майбутніх доходів. В статті Р. Баззела, Б. Гейла і Р.Салтана [1] стратегії бізнес-одиниць відносно часток ринку поділяються на три групи: 1) стратегії нарощування, які базуються на активних діях, направлених на збільшення частки ринку через ввід нових товарів та додаткових маркетингових програм; 2) стратегії утримання, які направлені на збереження теперішньої частки ринку; 3) стратегії збору урожаю, які переслідують ціль отримання короткострокових прибутків при скороченні частки ринку, що належить бізнес-одиниці.

Таким чином, кількісна міра, що характеризує реальне положення підприємства в конкурентному середовищі, - доля ринку, виступає в якості висоти піраміди, як оптимальний кількісний параметр.

Обчислення об'єму піраміди, як моделі реального результату оцінки конкурентоздатності підприємства, визначає кількісну оцінку конкурентоспроможності.

#### Список використаних джерел

1. Классика маркетинга / Составители: Энис Б.М., Кокс К.Т., Москва М.П. – СПб: Питер, 2001.

**МОДЕЛЮВАННЯ РІВНЯ ГЛЮКОЗИ В КРОВІ У ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ****Чайківська Ю.М.***Тернопільський національний педагогічний університет імені В.Гнатюка, асистент***I. Постановка проблеми**

Однією із важливих задач сьогодення є стабілізація рівня глюкози у хворих на цукровий діабет в інтервалах часу, що наближаються до інтервалів здорової людини. Ця задача є досить складною, оскільки на вміст глюкози в крові впливає багато факторів [1].

**II. Мета роботи**

Метою дослідження є моделювання динаміки глюкози та інсуліну в крові для попередження підвищення вмісту цукру в крові, що призводить до тяжких ускладнень у хворих на цукровий діабет.

**III. Основна частина**

З кожним роком зростає частота захворювань на цукровий діабет (ЦД). Поширеність ЦД пов'язують із зміною факторів зовнішнього середовища, генетичними, демографічними особливостями людського організму, концентрацією факторів ризику захворювання в популяціях (надмірна маса тіла, артеріальна гіпертензія, значна частота серцево – судинних захворювань, порушення ліпідного обміну тощо). Це призводить до ранньої інвалідизації хворих на ЦД, що зумовлена наявністю специфічних ускладнень — нефропатій, ретинопатій, інфаркт міокарда, інсульт, гангрена нижніх кінцівок і нейропатій. Більш ніж у 40% пацієнтів, хворих на ЦД діабет 1-го типу розвиваються серйозні порушення нирок, а процент осіб, що втратили зір внаслідок ЦД становить 26% при 2-му типі і до 94% — при 1-му типі ЦД [2]. Відомо, що 80% усіх витрат на обстеження і лікування ЦД припадає на лікування хворих з ускладненнями [2]. Виявлення цукрового діабету на ранніх стадіях є найбільш адекватним методом його профілактики проти діабетичних ускладнень.

Варто зазначити, що модель динаміки інсуліну та глюкози дозволить регулювати глікемічний індекс у хворих на ЦД [3]. Концентрацію глюкози в крові у будь-який момент часу  $t$  можна визначити за формулою 1.

$$C_k(t_k) = C_0 + \int_{t_0}^{t_k} \left[ \sum_{i=1}^n f_{1_i}(t) - \sum_{j=1}^m f_{2_j}(t) \right] dt = C_0 + \sum_{i=1}^n \int_{t_0}^{t_k} f_{1_i}(t) dt - \sum_{j=1}^m \int_{t_0}^{t_k} f_{2_j}(t) dt, \quad (1)$$

де:

 $f_{1_i}(t)$  — швидкість надходження глюкози у кров людини з  $i$ -го джерела в момент часу  $t$ ; $f_{2_j}(t)$  — швидкість утилізації глюкози з плазми крові від  $j$  стоку в момент часу  $t$ ; $C_k(t)$  — сумарна концентрація глюкози в крові в момент часу  $t$ ; $n$  — кількість джерел надходження глюкози; $m$  — кількість витоків.

При моделюванні глікемічного індексу за формулою 1 необхідно враховувати закономірності основних процесів, що впливають на концентрацію глюкози в крові, наприклад: харчування, стреси, фізична активність і т.д.

**Висновки**

Отже, експериментальне визначення глікемічних характеристик інсуліну проводиться наступним чином: знаючи початковий рівень глюкози в крові, а також її інтегральні характеристики, можна підібрати необхідну кількість інсуліну.

**Список використаних джерел**

- Gribok A., Vigersky R., Reifman, J. Universal Glucose Models for Predicting Subcutaneous Glucose Concentration in Humans. // IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, Vol. 14, No. 1, (January 2010), — p.157-165.
- Ускладнення цукрового діабету [Електронний ресурс] / Тронько М.Д., Єфімов А.С., Кравченко В.І., Маньковський Б.М., Зубкова С.Т. та ін. — Режим доступу до журн.: <http://diabetic.com.ua/?p=331> (10.04.2012). — Назва з екрану.
- Stahl F., Johansson, R. Diabetes mellitus modelling and short-term prediction based on blood glucose measurements. Mathematical Biosciences, Vol. 217, No. 2, (February 2009), — p.101-117.

## МЕТОД ІНДУКТИВНОГО ФОРМУВАННЯ АПРОКСИМУЮЧОЇ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ЗАДАЧ НАБЛИЖЕННЯ ІЗ ЗАДАНОЮ ТОЧНІСТЮ

Штундер О.М.

Тернопільський національний економічний університет, аспірант

### І. Постановка проблеми

У проектуванні технічних систем часто використовують графіки характеристик їх компонент, які задають у вигляді вхідних даних. Такий процес ускладнений необхідністю перегляду великої кількості даних щодо параметрів нелінійних елементів. Графічне ж представлення є не дає бажаної точності задання вхідних даних. Тому доцільно апроксимувати характеристики нелінійних елементів технічної системи деякими функціями з заданою точністю.

### ІІ. Мета роботи

Метою дослідження є розробка методу побудови апроксимуючої функції, із застосуванням аналізу інтервальних даних, за двома критеріями: мінімізація складності апроксимуючої функції та забезпечення гарантованої точності у вузлах.

### ІІІ. Постановка задачі

Розглянемо випадок задання таблично заданої функції  $z(\bar{x})$  у вигляді

$$\bar{x}_i \longrightarrow z_i, i = 1, \dots, N,$$

де  $\bar{x}_i$  - вектор значень аргументів таблично-заданої функції для фіксованого вузла;  $z_i$  - значення функції у вузлі.

Будемо апроксимувати вказану таблично-задану функцію, лінійним за параметрами, рівнянням:

$$\tilde{z}(\bar{x}_i) = \vec{\beta} \cdot \vec{\varphi}^T(\bar{x}_i), i = 1, \dots, N \quad (1)$$

де  $\vec{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_m)^T$  - вектор невідомих параметрів функції;

$\vec{\varphi}^T(\bar{x}_i) = (\varphi_1(\bar{x}_i), \dots, \varphi_m(\bar{x}_i))$  - вектор відомих базисних функцій.

Задамо точність апроксимації  $\xi_i$ , різною у кожному вузлі

$$|z_i - \tilde{z}(\bar{x}_i)| \leq \xi_i, i = 1, \dots, N \quad (2)$$

На основі (2), використовуючи значення  $\tilde{z}(\bar{x}_i)$  із виразу (1), отримаємо таку інтервальну систему рівнянь:

$$\begin{cases} z_1^- \leq \beta_1 \phi_1(\bar{x}_1) + \dots + \beta_m \phi_m(\bar{x}_1) \leq z_1^+; \\ \vdots \\ z_i^- \leq \beta_1 \phi_1(\bar{x}_i) + \dots + \beta_m \phi_m(\bar{x}_i) \leq z_i^+; \\ \vdots \\ z_N^- \leq \beta_1 \phi_1(\bar{x}_N) + \dots + \beta_m \phi_m(\bar{x}_N) \leq z_N^+; \end{cases} \quad (3)$$

де  $z_i^- = z_i - \xi_i$ ;  $z_i^+ = z_i + \xi_i$ .

Отримана система є інтервальною системою лінійних алгебричних рівнянь (ІСЛАР). Розв'язки цієї системи достатньо досліджені методами інтервального аналізу [3].

Тоді формальну постановку задачі апроксимації таблично-заданої функції у даних умовах сформулюємо у наступному вигляді:

$$m \longrightarrow \min, \quad (4)$$

де  $m$  це кількість параметрів апроксимуючої функції, за умови суміжності ІСЛАР (3).

Для перевірки сумісності ІСЛАР достатньо розв'язати одну із задач лінійного програмування  $\vec{\beta}_i \rightarrow \min$  за умов сумісності ІСЛАР (3). Проте, досвід використання відомих методів лінійного програмування, зокрема симплекс методу, для розв'язування даної задачі показав, що при великій розмірності системи (коли  $N \geq 100$ ,  $m \geq 10$ ), існуючі пакети прикладних програм (ППП)

INTERDATA та MATLAB (Optimization Toolbox) не дають можливості знайти розв'язок вказаної задачі. Тому спираючись на проведені дослідження, було запропоновано інший метод розв'язування, вказаної вище, двокритеріальної задачі (3) за умов (4), в основу якого було покладено принцип індуктивного методу синтезу структури апроксимуючої функції та принцип послідовного її ускладнення. [3].

Суть запропонованого методу полягає у початковому виборі деякої множини вузлів і побудові, на цій множині вузлів, деякої функції, яка з гарантованою точністю апроксимує значення у вузлових точках. Якщо отримана функція не забезпечує заданої точності в межах усіх вузлів, то ускладнюємо апроксимуючу функцію і оцінюємо її параметри на цій же вибірці вузлових точок із доданою до неї ще однією точкою, в якій встановлена максимальна розбіжність між інтервальними значеннями апроксимуючої  $[\tilde{z}(\bar{x}_i)]$  та таблично-заданої  $[z_i - \xi_i; z_i + \xi_i] = [z_i^-; z_i^+]$  функцій. Апроксимуючу функцію ускладнюємо до тих пір, поки точність апроксимації у всіх вузлових точках не досягне заданої.

Особливість запропонованого підходу полягає у тому, що складена ІСЛАР (3) для заданого виду апроксимуючої функції є насиченою, а значить завжди буде сумісною. Її розв'язком є множина параметрів у вигляді тривимірного паралелограма з  $2^m$  вершинами [3].

Вибір початкової множини  $n_0$  вузлів, які співпадають з початковою кількістю  $m_0$  параметрів апроксимуючої функції, здійснюватимемо на основі  $I_G$ -оптимального планування.[2]

В процесі дослідження було розроблено схему розв'язування задачі (3) за умов (4) на основі, вище згаданого, методу індуктивного формування апроксимуючої функції для задач наближення із заданою точністю.

Розроблені метод та схема було використано при розв'язуванні задачі апроксимації функції розподілу поля концентрацій шкідливих викидів [1].

В результаті досліджень, вище описана схема методу за умов вільного вибору поліному, без збільшення його степеня, але з додаванням будь якого члена, не забезпечує монотонного наближення до оптимального розв'язку (Таблиця 1). А при збільшенні степеня апроксимуючого поліному забезпечує монотонне наближення до оптимального розв'язку, оскільки досягнуто значення  $\delta(\bar{x}_i) = 0$  (Таблиця 2).

Таблиця 1.

Значення показника відхилень при додаванні до полінома будь якого члена

Поліном 3-го степеня		Поліном 4-го степеня	
5.8284	0.5100	2.4123	2.4539

Таблиця 2.

Значення показника відхилень при збільшенні степеня полінома

Поліном 3-го степеня	Поліном 4-го степеня	Поліном 5-го степеня
5.8284	2.4539	0

### Висновок

Запропоновано новий метод синтезу апроксимуючої функції для наближення таблично-заданої функції із заданою точністю у вузлах, який на відміну від існуючих забезпечує знаходження загального вигляду апроксимуючої функції, яка забезпечує задану, причому різну на множині всіх вузлових точках, точність апроксимації.

### Список використаних джерел

1. Войтюк І. Ф. Застосування інтервального різницевого оператора для апроксимації полів концентрацій шкідливих викидів автотранспорту / І. Ф. Войтюк, Т. М. Дивак, М. П. Дивак, А. В. Пукас // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2011. – № 1 (37). – С. 44–52.
2. Вошинин А. П. Планирование оптимального насыщенного эксперимента в задачах построения интервальных моделей / А. П. Вошинин, М. П. Дывак // Заводская лаборатория. – 1993. – №1. – С. 56–59.
3. Дивак М. П. Задачі математичного моделювання статичних систем з інтервальними даними. – Тернопіль: Видавництво ТНЕУ «Економічна думка», 2011. – 216 с. рр.
4. Дивак М. П. Використання властивостей інтервальних похибок при моделюванні технологічних процесів / М. П. Дивак, І. Р. Пітух, Н. Г. Шклярєн-ко, Ю. П. Франко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : 36. наук. праць. – 2000. – Вип. 7. – С. 204–208.

## ВЗАЄМОКОРЕЛЯЦІЙНИЙ КОГЕРЕНТНИЙ АНАЛІЗ ЦИКЛОСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ

Р. М. Юзефович, І. М. Яворський, І. Б. Кравець, І. Й. Мацько

Проаналізовані властивості когерентних оцінок взаємокореляційних функцій циклостаціонарних процесів. Показано, що при зниканні кореляційних зв'язків з ростом зсуву такі оцінки є асимптотично незміщеними й слухними. Отримані формули для зміщення оцінок кореляційної функції при скінченій довжині відрізка реалізації.

При оцінюванні контролю роботи механічних систем слід звертати увагу на діагностику дефектів, які зароджуються, а це в свою чергу призводить до пошуку діагностичних ознак, які реагують на незначні відхилення параметрів технічного стану від норми. Такі ознаки формуються на основі аналізу циклічно нестаціонарних процесів, що мають підвищену чутливість до змін технічного стану. Як показали дослідження [1-3], нові можливості в цьому напрямі відкриваються при аналізі сигналів вібрації з використанням методів теорії і статистики періодично нестаціонарних випадкових процесів. При такому підході діагностичні ознаки формуються на основі тих характеристик, які описують взаємодію повторюваності і стохастичності процесів, а саме їх кореляційних і спектральних компонентів. Взаємний статистичний аналіз вібропроцесів може суттєво полегшити встановлення характеру дефекту, а також його локалізацію.

Розглянемо задачу когерентного взаємокореляційного аналізу на основі двох процесів, відібраних в певних точках механічної системи. Будемо також вважати, що ці процеси описуються математичною моделлю у вигляді періодично корельованих випадкових процесів (ПКВП)  $\xi(t)$  і  $\eta(t)$ . Математичні сподівання таких процесів  $m_\xi(t) = E\xi(t)$ ,  $m_\eta(t) = E\eta(t)$  і їх кореляційні функції  $b_\xi(t, u) = E\overset{\circ}{\xi}(t)\overset{\circ}{\xi}(t+u)$  і  $b_\eta(t, u) = E\overset{\circ}{\eta}(t)\overset{\circ}{\eta}(t+u)$ , де  $\overset{\circ}{\xi}(t) = \xi(t) - m_\xi(t)$  і  $\overset{\circ}{\eta}(t) = \eta(t) - m_\eta(t)$ , періодично змінюються за часом, тобто  $m_\xi(t) = m_\xi(t+T)$ ,  $m_\eta(t) = m_\eta(t+T)$ ,  $b_\xi(t+T, u) = b_\xi(t, u)$ ,  $b_\eta(t+T, u) = b_\eta(t, u)$ , і можуть бути подані у вигляді рядів Фур'є:

$$m_\xi(t) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} m_k^{(\xi)} e^{ik\alpha_0 t}, \quad m_\eta(t) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} m_k^{(\eta)} e^{ik\alpha_0 t},$$

$$b_\xi(t, u) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} B_k^{(\xi)}(u) e^{ik\alpha_0 t}, \quad b_\eta(t, u) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} B_k^{(\eta)}(u) e^{ik\alpha_0 t}.$$

Припустимо, що їх взаємокореляційна функція  $b_{\xi\eta}(t, u) = E\overset{\circ}{\xi}(t)\overset{\circ}{\eta}(t+u)$  також є періодичною за часом. Тоді

$$b_{\xi\eta}(t, u) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} B_k^{(\xi\eta)}(u) e^{ik\alpha_0 t}.$$

Величини  $B_k^{(\xi\eta)}(u)$  будемо називати взаємокореляційними компонентами [4].

Оскільки  $b_{\xi\eta}(t, u) = E\overset{\circ}{\eta}(t+u)\overset{\circ}{\xi}(t) = b_{\eta\xi}(t+u, -u)$ , то

$$\sum_{k \in \mathbb{Z}} B_k^{(\xi\eta)}(u) e^{ik\alpha_0 t} = \sum_{k \in \mathbb{Z}} B_k^{(\eta\xi)}(-u) e^{ik\alpha_0(t+u)},$$

а звідси

$$B_k^{(\xi\eta)}(-u) = B_k^{(\eta\xi)}(u) e^{-ik\alpha_0 u}.$$

Для нульового кореляційного компонента маємо:  $B_0^{(\xi\eta)}(-u) = B_0^{(\eta\xi)}(u) e^{-ik\alpha_0 u}$

Розглянемо дві оцінки взаємокореляційної функції:

$$\hat{b}_{\xi\eta}^{(1)}(t, u) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} [\xi(t+nT) - \hat{m}_\xi(t+nT)] [\eta(t+u+nT) - \hat{m}_\eta(t+u+nT)], \quad (1)$$

$$\hat{b}_{\xi\eta}^{(2)}(t, u) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \xi(t+nT) \eta(t+u+nT) - \hat{m}_\xi(t) \hat{m}_\eta(t+u), \quad (2)$$

де



$$\hat{m}_\xi(t) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \xi(t+nT), \quad \hat{m}_\eta(t) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \eta(t+nT). \quad (3)$$

При цьому припускається, що усереднення виконується при довжині відрізка реалізації  $\theta = MT + u_m$ , де  $u_m$  – найбільше значення зсуву, для якого оцінюється взаємкореляційна функція, а  $M$  – натуральне число. Очевидно, що для формули (1)  $M = 2N$ , де  $N$  – число періодів усереднення.

Виконуючи певні перетворення для зміщень оцінок (1) – (2)  $\varepsilon[\hat{b}^{(i)}(t, u)] = E\hat{b}(t, u) - b(t, u)$  відповідно отримаємо:

$$\varepsilon[\hat{b}_{\xi\eta}^{(1)}(t, u)] = -\frac{1}{N} \left[ b_{\xi\eta}(t, u) + \frac{1}{N} \sum_{n=-N+1}^{N-1} |n| b_{\xi\eta}(t, u+nT) \right], \quad (4)$$

$$\varepsilon[\hat{b}_{\xi\eta}^{(2)}(t, u)] = -\frac{1}{N} \sum_{n=-N+1}^{N-1} \left( 1 - \frac{|n|}{N} \right) b_{\xi\eta}(t, u+nT). \quad (5)$$

Якщо взаємкореляційні зв'язки процесів  $\xi(t)$  і  $\eta(t)$  зникають з ростом зсуву  $u$ , тобто

$$\lim_{|u| \rightarrow \infty} b_{\xi\eta}(t, u) = 0, \quad (6)$$

то  $\varepsilon[\hat{b}_{\xi\eta}^{(1)}(t, u)] \rightarrow 0$  і  $\varepsilon[\hat{b}_{\xi\eta}^{(2)}(t, u)] \rightarrow 0$  при  $N \rightarrow 0$ , тобто оцінки (1) і (2) є асимптотично незміщеними. Величини (4) і (5) у першому наближенні відрізняються тим, що зміщення оцінки (2) містить додаткові складові, які визначаються значеннями взаємкореляційної функції при зсувах  $u_n = u + nT$ . Складові вищого порядку малості є однаковими, однак мають протилежний знак. Якщо кореляційні зв'язки зникають до нуля на інтервалі, меншому від періода корельованості, то  $\varepsilon[\hat{b}_{\xi\eta}^{(1)}(t, u)] \approx \varepsilon[\hat{b}_{\xi\eta}^{(2)}(t, u)]$ .

Підкреслимо, що для оцінювання взаємкореляційної функції також може бути використана статистика:

$$\hat{b}_{\xi\eta}^{(3)}(t, u) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \left[ \xi(t+nT)\eta(t+u+nT) - \hat{m}_\xi(t+nT)\hat{m}_\eta(t+u+nT) \right]. \quad (7)$$

Перепишемо її у формі

$$\begin{aligned} \hat{b}_{\xi\eta}^{(3)}(t, u) &= \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \left[ \left[ \overset{\circ}{\xi}(t+nT) + m_\xi(t) \right] \left[ \overset{\circ}{\eta}(t+u+nT) + m_\eta(t+u) \right] - \right. \\ &\quad \left. - \left[ \overset{\circ}{\hat{m}}_\xi(t+nT) + m_\xi(t) \right] \left[ \overset{\circ}{\hat{m}}_\eta(t+u+nT) + m_\eta(t+u) \right] \right] = \\ &= \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \left[ \begin{aligned} &\overset{\circ}{\xi}(t+nT)\overset{\circ}{\eta}(t+u+nT) + m_\xi(t)\overset{\circ}{\eta}(t+u+nT) + \\ &+ m_\eta(t+u)\overset{\circ}{\xi}(t+nT) - m_\xi(t)\overset{\circ}{\hat{m}}_\eta(t+u+nT) - \\ &- \overset{\circ}{\hat{m}}_\xi(t+nT)\overset{\circ}{\hat{m}}_\eta(t+u+nT) - m_\eta(t+u)\overset{\circ}{\hat{m}}_\xi(t+nT) \end{aligned} \right]. \end{aligned}$$

Звідси легко знаходимо, що зміщення оцінки (7) співпадає зі зміщенням оцінки (2).

Якщо припустити, що математичне сподівання процесів  $\xi(t)$  і  $\eta(t)$  оцінюється тільки для  $t \in [0, T]$ , а для всіх інших  $t$  обчислюється за формулою  $\hat{m}_\xi(t+nT) = \hat{m}_\xi(t)$ ,  $\hat{m}_\eta(t+nT) = \hat{m}_\eta(t)$ ,  $n \in \mathbb{Z}$ , то для оцінки (1) отримуємо:

$$\begin{aligned} \hat{b}_{\xi\eta}^{(3)}(t, u) &= \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \left[ \xi(t+nT) - \hat{m}_\xi(t) \right] \left[ \eta(t+u+nT) - \hat{m}_\eta(t+u) \right] = \\ &= \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \xi(t+nT)\eta(t+u+nT) - \frac{\hat{m}_\xi(t)}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \eta(t+u+nT) - \frac{\hat{m}_\eta(t)}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \xi(t+nT) + \hat{m}_\xi(t)\hat{m}_\eta(t+u). \end{aligned}$$

Приймаючи до уваги співвідношення (3), приходимо до формули, що визначає статистику  $\hat{b}_{\xi\eta}^{(2)}(t, u)$ . Такий самий вигляд при такому оцінюванні математичного сподівання приймає також оцінка (7). Очевидно, що в цьому випадку всі три оцінки будуть мати однакове зміщення (5).

Періодичні зміни за часом кореляційної функції приводять до таких самих змін зміщення, тому

$$\varepsilon \left[ \hat{b}_{\xi\eta}(t, u) \right] = \varepsilon_0(u) + \sum_{l \in \mathbb{Z}} \left[ \varepsilon_l^c(u) \cos l\omega_0 t + \varepsilon_l^s(u) \sin l\omega_0 t \right].$$

Легко бачити, що при періодичних оцінках математичного сподівання

$$\varepsilon_0(u) = -\frac{1}{N} \sum_{n=-N+1}^{N-1} \left( 1 - \frac{|n|}{N} \right) B_0^{(\xi\eta)}(u + nT),$$

$$\varepsilon_l^c(u) = -\frac{1}{N} \sum_{n=-N+1}^{N-1} \left( 1 - \frac{|n|}{N} \right) C_k^{(\xi\eta)}(u + nT),$$

$$\varepsilon_l^s(u) = -\frac{1}{N} \sum_{n=-N+1}^{N-1} \left( 1 - \frac{|n|}{N} \right) S_0^{(\xi\eta)}(u + nT),$$

при цьому  $C_k^{(\xi\eta)}(u) = B_k^{(\xi\eta)}(u) + B_{-k}^{(\xi\eta)}(u)$ ,  $S_k^{(\xi\eta)}(u) = i \left[ B_k^{(\xi\eta)}(u) - B_{-k}^{(\xi\eta)}(u) \right]$ .

З умови (11) випливають граничні рівності

$$\lim_{|u| \rightarrow \infty} B_0^{(\xi\eta)}(u) = 0, \lim_{|u| \rightarrow \infty} C_k^{(\xi\eta)}(u) = 0, \lim_{|u| \rightarrow \infty} S_k^{(\xi\eta)}(u) = 0.$$

При їх виконанні  $\varepsilon_0(u) \rightarrow 0$ ,  $\varepsilon_l^{c,s}(u) \rightarrow 0$ , якщо  $N \rightarrow \infty$ . Це значить, що оцінки взаємкореляційної функції (1) – (2) і (7) є слушними.

Звідси випливає висновок: якщо процеси описуються ПКВП, то середня за часом похибка оцінювання їх взаємкореляційної функції не може бути визначена, виходячи тільки з характеристик їх стаціонарних наближень. Отримані співвідношення для статистичних характеристик оцінок взаємкореляційних функцій можуть бути конкретизовані для певного типу їх апроксимацій. Також можуть бути отримані залежності величини похибок оцінювання від довжини відрізка реалізації, а також параметрів, які описують кореляційну структуру циклостаціонарних процесів. Ці результати є основою для підготовки рекомендацій для вибору таких довжин реалізацій, які забезпечать потрібну якість обробки.

#### Список використаних джерел

1. Яворський І.М. Методи і нові технічні засоби вібродіагностики підшипникових вузлів та зубчатих передач / Яворський І.М., Драбич П.П., Драбич О.П. та ін. // Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин. – Київ: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України. – 2006. – С. 52 – 56.
2. Яворський І.М. Розробка інформаційно-виміральної системи для вібродіагностики підшипників великих стаціонарних агрегатів / Яворський І.М., Драбич П.П., Ісаєв І.Ю. та ін. // Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин. – Київ: Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України. – 2009. – С. 113 – 122.
3. Яворський І.М. Методи і засоби ранньої діагностики обертових механізмів / Яворський І.М., Драбич П.П., Кравець І.Б. та ін. // Праці міжнар. наук.- техн. конф. “Ресурс, надійність та ефективність використання енергетичного обладнання”. – Харків, 2010. – С. 31 – 38.
4. Яворський І.М. Взаємозв'язані періодично корельовані випадкові процеси / Яворський І.М., Кравець І.Б., Юзефович Р.М. // Відбір і обробка інформації. – 2011. – № 34 (110). – С. 69 – 77.

УДК 51:303.115

### ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ДИСКРЕТНОГО ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

**Яворський М.В.<sup>1)</sup>, Гончар Л.І.<sup>2)</sup>, Гончар Т.В.<sup>3)</sup>**

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> магістр; <sup>2)</sup> к.е.н., доцент; <sup>3)</sup> інженер*

На підприємствах серійного машинобудування, які мають дискретний характер виробництва, процес руху напівфабрикатів складається із заготівельної, механічної та складальної стадій. Якщо в заготівельних і складальних підрозділах заводу виробничий процес, в принципі, регламентований, а отже, і легко керований, то механічне виробництво має, як правило, стохастичну природу і не підлягає детермінованому описанню [1].

Фактично механічні підрозділи підприємства являють собою деякий кібернетичний "чорний ящик", на вхід якого в певному порядку подаються заготовки, а на виході утворюється деякий вектор, компоненти якого — час випуску і кількість стандартних деталей у виготовленій партії — є випадковими величинами. З метою підтримання ритмічності складального цеху на початок планового періоду

встановлюється страховий запас деталей, для розрахунку якого застосовуються різні методи. Зокрема, задача визначення страхового запасу деталей може бути вирішена за допомогою імітаційної моделі [2].

Найбільш небажаною ситуацією для підприємства є зупинка складання деталей. Імовірність даної випадкової події  $d$  можна визначити за формулою

$$d = \frac{E}{\Phi} \quad (1)$$

де  $E$  — сумарна величина простою складального підрозділу за рік;  $\Phi$  — річний фонд робочого часу складального цеху.

Очевидно, що ймовірність (відносний час) простою складального цеху залежить від величини нормативного страхового запасу деталей  $z_c^H$ , установленого на початок планового періоду. Задача полягає ось у чому: визначити вигляд функціональної залежності

$$d = f(z_s^H) \quad (2)$$

Коли за допомогою імітаційної моделі вигляд функції (2) установлено, можна знайти оптимальну величину надійності безперервної роботи складального цеху  $(1-d)$  і, відповідно, оптимальне значення нормативного страхового запасу  $z_c^H$ , виходячи з наступних міркувань.

Величина страхового запасу  $z_c^H$  і надійність складального процесу пов'язані із суперечливими економічними тенденціями. При підвищенні надійності складання виробів поліпшується ритмічність виробничого процесу, а завдяки цьому знижується собівартість продукції. Водночас, для забезпечення високої надійності потрібно утворювати значні страхові запаси деталей, що призводить до збитків, зумовлених зв'язуванням оборотних фондів у запасах. Тому оптимальне значення надійності, а звідси — і нормативного страхового запасу можна знайти, виходячи з мінімуму сумарних витрат, спричинених збитками через простоювання складального цеху та омертвіння обігових коштів у запасах.

Проте вибраний оптимальний рівень страхового запасу деталей не завжди може бути реалізований через неможливість створити такий запас [1].

У загальному випадку керування процесом надходження деталей до складального цеху за умови, що тривалість виробничого циклу виготовлення деталей і кількість стандартних деталей у партії випуску є випадковими величинами, може здійснюватися (при оптимальному або заданому значенні надійності) одним із таких способів:

- установам нормативного (початкового) рівня страхового запасу деталей ;
- збільшенням числа деталей в партії запуску;
- зменшенням інтервалу часу між черговими запусками заготовок деталей у механічне виробництво.

Метою керування є забезпечення оптимальної надійності безперебійної роботи складального цеху. Керуючими параметрами (змінними керування) імітаційної моделі можуть бути обсяг нормативного страхового запасу  $z_c^H$ ; кількість деталей у партії запуску  $q$ , величина інтервалу часу між послідовними запусками  $R$ . Ендогенний параметр — надійність безперебійної роботи складального цеху  $(1 - d)$ . Модель спочатку дає змогу вибирати стратегію керування (тобто тип керуючого параметра), а далі встановлює необхідне значення вибраного параметра.

#### Список використаних джерел

1. Ситник В.Ф. Імітаційне моделювання : Навч. посібник / Ситник В.Ф., Орленко Н.С - К.: КНЕУ, 1998.-232 с.
2. Томашевський В.М. Моделювання систем / Томашевський В.М. -К.: Видавнича група ВНУ, 2005.-352с.
3. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - Искусство и наука./ Шеннон Р. - М.: Мир, 1978.-418 с.

УДК 623.407

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛІТИЧНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ ЧОТИРЬОХПОЛЮСНИКА

Якубів Р.С.<sup>1)</sup>, Бадищук В.І.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Тернопільський національний економічний університет, магістр

<sup>2)</sup> Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, к.т.н., доцент

Одним з напрямків в розробці високочастотних напівпровідникових пускорегулюючих апаратів є заміна електромагнітних вузлів (трансформатора, дроселя), що входять до їх складу,

п'єзоелектричними трансформаторами (ПТ), які за своїми характеристиками нагадують трансформатори з розсіюванням, але мають значно менші масу та габарити і не містять електромагнітних компонентів. Для розрахунків п'єзотрансформаторів ПТ, як правило, використовують метод електромеханічних аналогій, а також експериментально-аналітичні методи дослідження характеристик [1].

Основою експериментально-аналітичних методів дослідження характеристик ПТ є використання ідей кібернетичних скриньок - «сірої» та «чорної». В останньому випадку має місце наявність неконтрольованих і змінюваних випадковим чином параметрів ПТ, де для контролю є доступними тільки вхідні та вихідні величини, а структура ПТ є невідомою. На основі експериментальних характеристик ПТ можна отримати аналітичні вирази для розрахунків конструктивних параметрів ПТ з похибкою, що не перевищує в більшості випадків 10%.

Для аналізу моделі чотириполюсника встановимо залежності між вхідною напругою ( $U_{вх}$ ), вхідним струмом ( $I_{вх}$ ) та вихідною напругою ( $U_{вих}$ ). Отримані значення  $I_{вх}$  та  $U_{вих}$  при постійному значенні частоти вхідної напруги, рівній резонансній частоті ПТ  $f = f_p = \text{const}$  та постійному значенні температури довкілля  $T = \text{const}$ . Перевірка засобами MathCad кореляційної залежності замірів вихідної напруги для 5 різних датчиків показала близьку до одиниці величину взаємної кореляції  $\rho$ , що підтверджує коректність постановки задачі.

З отриманих експериментальних характеристик п'єзотрансформатора видно, що залежності вихідної напруги є практично лінійними при значеннях вхідної сили струму від 60 до 90  $\mu\text{A}$  та нелінійними при більших вхідних значеннях струму і на розширеному діапазоні досліджень від 50 до 600  $\mu\text{A}$ , які є робочими для навантаження ПТ люмінесцентними лампами потужністю 15...30 Вт. Ця нелінійність пояснюється механічними втратами в п'єзоматеріалі при збільшенні напруженості електричного поля ПТ. Отримане представлення:

$$\bar{u}(t) = u(t) + y_0(t)$$

дає можливість прогнозу роботи системи для довільного значення вхідного струму із дослідженого діапазону.

#### Список використаних джерел

1. Ерофеев А.А. Пьезоэлектронные устройства автоматики/ Ерофеев А.А. - Ленинград: Машиностроение, Ленинградское отделение, - 1982.-212 с.

УДК 519.242

## ЕЛЕКТРОННИЙ КАТАЛОГ ОПТИМАЛЬНИХ ПЛАНІВ ІНТЕРВАЛЬНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Пукас А.В.<sup>1)</sup>, Рудяк Р.О.<sup>2)</sup>, Сівер Д.В.<sup>3)</sup>, Серета Р.Р.<sup>4)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2,3)</sup> студенти; <sup>4)</sup> магістр

### І. Постановка проблеми

Задачам побудови оптимальних планів експериментів для ідентифікації моделей типу «чорної скриньки» за даними, представленими в інтервальному вигляді, присвячена низка робіт [2-5]. Однак аналіз цих праць виявив, що немає єдиного електронного ресурсу, де можна зберігати існуючі та заново згенеровані оптимальні за різними критеріями плани для різних типів моделей. Тому задача створення електронного каталогу оптимальних планів інтервальних експериментів з можливістю генерування нових послідовних та апріорних планів є актуальною.

Розглянемо особливості задач планування експерименту при побудові моделей статичних систем у вигляді лінійно-параметричного рівняння

$$y_0(\vec{x}) = \vec{\varphi}^T(\vec{x}) \cdot \vec{\beta}, \quad (1)$$

де  $y_0$  - істинне невідоме значення виходу;  $\vec{x} = (x_1, \dots, x_n)^T$  - вектор входів;  $\vec{\varphi}^T(\vec{x})$  - відомий вектор базисних функцій;  $\vec{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_m)^T$  - невідомий вектор параметрів. Припустимо, що для одержання оцінки  $\vec{b} = (b_1, \dots, b_m)^T$  вектора параметрів використовують експериментальні дані в інтервальному вигляді

$$\bar{x}_i, [y_i^-; y_i^+], y_{0i} \in [y_i^-; y_i^+], i = 1, \dots, N. \quad (2)$$

Загальні підходи до побудови моделей в таких випадках базуються на аналізі інтервальних

даних [1]. Користуючись умовами (2) складають систему інтервальних рівнянь

$$y_i^- \leq \bar{\varphi}^T(\bar{x}_i) \cdot \bar{b} \leq y_i^+, i = 1, \dots, N.$$

В подальшому, отриману систему зручно розглядати в матричному вигляді:

$$\bar{Y}^- \leq F \cdot \bar{b} \leq \bar{Y}^+. \quad (3)$$

Розв'язками системи (3) є множина  $\Omega$  оцінок  $\bar{b}$ , що в  $m$  - вимірному просторі параметрів  $\beta_1, \dots, \beta_m$  є опуклим многогранником. Точність оцінок параметрів і відповідно, інтервальних моделей, побудованих з їх використанням, визначається розмірами множини  $\Omega$ .

Аналіз системи рівнянь (3) показав, що при заданих інтервальних похибках  $\Delta_i = 0,5 \cdot (y_i^+ - y_i^-)$  спостережень  $\bar{x}_i$ , розміри многогранника  $\Omega$  визначаються матрицею  $F$ . Тому, задача планування оптимального експерименту в даному випадку полягає в побудові такої матриці  $F$  в системі (3), що забезпечує мінімальні розміри множини  $\Omega$ .

З іншого боку для забезпечення оптимальних характеристик точності прогнозу моделей використовують, як правило, послідовні плани експериментів.

## II. Результати дослідження

На основі даних досліджень було розроблено програмний продукт у вигляді web-додатку на мові ASP.NET. Інтерфейс являє собою веб-сторінку, доступ до якої здійснюється через інтернет-браузер. Структура програмного продукту наведена на рисунку 1.

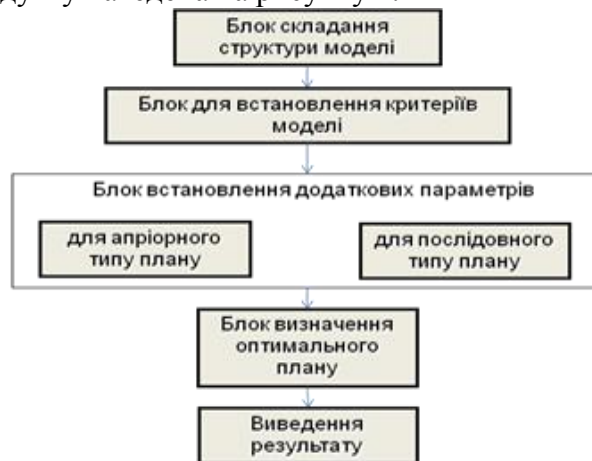


Рисунок 1 – Структура програмного продукту

Користувач повинен ввести або вибрати із наявного списку: структуру моделі; критерій оптимізації плану експерименту; тип плану – послідовний чи апріорний; область експерименту – куб чи куля; кількість спостережень.

Після задання вказаних полів користувачу видається оптимальний план, який знайдено у базі даних. Якщо ж згідно із вказаними параметрами такого плану не знайдено, то він автоматично розраховується на основі відповідних формул. Користувач має можливість, ввівши результати експерименту у відповідні поля, отримати інтервальну модель, оптимальну згідно із заданим критерієм, яку у разі необхідності можна уточнити, провівши додаткові спостереження.

## Висновки

Створено web-орієнтований електронний каталог на основі технології ASP .NET, який дозволяє досліднику, задавши параметри вибору, знайти оптимальний план для проведення експерименту, та в результаті реалізації якого, ввівши отримані дані, побудувати інтервальну модель статичної системи. Даний каталог включає базу даних існуючих апріорних оптимальних планів та дозволяє в реальному часі будувати послідовні плани інтервальних експериментів.

## Список використаних джерел

1. Алефельд Г., Херцбергер Ю. Введение в интервальные вычисления. - М.: Мир, 1987. – 370 с.
2. Вошинин А.П., Дывак Н.П. Планирование оптимального эксперимента в задачах анализа интервальных данных // Заводская лаборатория. - 1993. - №1. - С.56-59.
3. Дывак М.П. Оптимальное планирование эксперимента в случае локализации области параметров интервальной модели// Кибернетика и вычислительная техника.-2001.-Вып. 132.-С.39-47.
4. Design of experiments and data analysis - new trends and results / Ed. by E.K.Letsky.- М: ANTAL, 1993.- 192 p.
5. E.Walter and L.Pronzato. Identification of parametric model from experimental data. – London, Berlin, Heidelberg, New York, Paris, Tokyo: Springer, 1997. – 413 p.

UDC 004.75, 004.724.2

### PEER-TO-PEER SWARM BEHAVIOR ON A UNIFORM MESH

**Poryev G.V.**

*National technical university of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», PhD, s.s.w.*

#### Introduction

Today, the dominant traffic class on every major Internet backbone is peer-to-peer (p2p) traffic, most notably the file-sharing networks. According to CISCO VNI, p2p traffic is rivaling streaming multimedia, until recently the biggest traffic-wise contributor to Internet. It is therefore important to research into the area of large-scale p2p optimization, evaluation and architectural concepts. Our recent research had yielded the potential driving mechanism for such an optimization by implementing locality metric known as CARMA (Combined Affinity Reconnaissance Metric Architecture). In short, CARMA metric is derived from a model of national Internet segments built on open databases provided by the RIRs (Regional Internet Registries). The model allows for distinguishing of 8 classes of topological locality between arbitrary nodes represented as their IP addresses — from sub-range to horizon, expressed numerically from 0 to 7.

Generally speaking, CARMA metric may not only be used in p2p solutions. Whenever there is a distributed network of nodes that form overlay structure using the Internet and this network needs some kind of automatic clustering mechanism based on individual peer-selection, CARMA metric is the way to go, being not affected by any of the major drawbacks of previous techniques.

#### Problem

Providing a locality metric to be used in the peer reordering is just a half of the solution. It is necessary to have the reliable efficiency estimation technique to be able to ascertain the positive effect of using the proposed locality metric. The efficiency is supposed to be represented as a single value calculated from the characteristics of the nodes. The efficiency is therefore a subjective value, estimated from the “point of view” of each participating node relative to its directly connected peers, and, of course, is different for each node.

#### Conditions and solution

In order to build such efficiency estimation, we have designed an imitational model that represents major aspects of p2p swarm functioning.

Model contains a mesh of nodes participating in the same swarm and exchanging the same bulk of data, which is characterized by size and number of data chunks. Epoch of the model is iterated through so called “ticks”, representing uniform time; for each node it takes exactly one tick to transfer one chunk of data to partner node if it can find the partner. Epoch begins when a single seeder node (having all chunks) is introduced and ends when every node has every chunk.

Though in real life the size of the swarm is unlikely to be less than node connection queue, for simplicity of the calculations and modeling we assume that in our model every node has a chunk bitmap of every other node. Therefore it can, on each tick, calculate the following parameters  $N_i$  — number of chunks downloaded by  $i$ -th peer node.  $S_{ei}$  and  $S_{ai}$  — number of chunks that  $i$ -th node has and given node has not and vice versa. The other parameters relevant to the efficiency estimation are:  $N$  — total number of nodes in the swarm;  $f_{\max}$  — maximum locality class defined;  $f_i$  — locality class of  $i$ -th node related to local node;  $k$  — locally set download precedence quotient.

It should be noted, that equation must not be treated as having physical meaning nor as having any meaningful dimensions, for it is empiric in the sense that its values are dependent to the mesh size and number of chunks. However it is quite possible to introduce some kind of normalization, by calculating the efficiency at the last tick of the epoch. For example, mesh of 100 nodes with 100 chunks of data gives the maximum efficiency of around 2051.

The extensive research on this imitation model indicated that efficiency value abruptly rises to 0.7—0.8 within the 1/10 of the epoch length, which is about 300 ticks. Once critical point is reached, the value is slowly decreases roughly corresponding to the number of chunks transferred per tick.

#### Conclusions

The reliable estimation method of the peer-to-peer swarm efficiency is proposed based on the observed behavior of the imitational model. The method takes into account the individual distribution of the data chunks across mesh and can be used in any p2p-based networked solution.

## МОДЕЛЬ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ МЕРЕЖІ ПЕТРІ

**Бобровник Я.О.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістр*

### Вступ

Метою роботи є розроблення структури, алгоритмів роботи телекомунікаційної мережі, моделі на основі мережі Петрі та програмно-технічного забезпечення системи для проведення і контролю систем зв'язку, які забезпечують передачу мовного сигналу мережею інтернет і внутрішньою локальною мережею компанії.

IP - телефонія або voip (voice over ip - дослівно "голос через інтернет") на сьогоднішній день набуває все більшу і більшу популярність. IP-телефонія - технологія, що дає змогу використовувати Інтернет або іншу IP-мережу як засіб організації та проведення міжнародних телефонних розмов і передачі факсів в режимі реального часу. Інтернет - телефонія - окремий випадок IP-телефонії, коли лінії передачі телефонного трафіку використовуються каналами мережі Інтернету. Порівняно невисока вартість хвилини розмови, використання Інтернету, роблять даний сервіс все більш і більш популярним і привабливим. Зниження вартості інтернету робить можливим не тільки використання ip - телефонії для дзвінків за кордон, а й забезпечує відео зв'язком, кабельним телебаченням і радіо.

### I. Розроблення алгоритму функціонування телекомунікаційного мережі

Для забезпечення нормальної роботи системи телекомунікаційної мережі розроблений алгоритм, який зображено на рис.1.

Алгоритм працює наступним чином: користувач набирає певну послідовність цифр. Ця послідовність потрапляє в мережу. В залежності від першої цифри відбувається вибір сценарію роботи:

- перша цифра 9 - шлюз office\_in1, АТС, PRI, міська АТС;
- перша цифра 1 або 2 - шлюз office\_in1, АТС;
- перша цифра 3 – шлюз dorash\_in1, АТС;
- перша цифра 4:
  - друга 0 чи 1- шлюз shop65\_in1, АТС;
  - друга 6 – шлюз roshen\_in1, АТС;
  - друга 3 – шлюз Shop 63;
- інші – сигнал зайнято.

### II. Побудова моделі на основі мережі Петрі

На основі алгоритму була розроблена телекомунікаційна модель на основі мережі Петрі (рис.2). Мережі Петрі є зручним засобом опису й аналізу рівнобіжних процесів. Можливість модифікації мережі Петрі дає змогу адаптувати її для моделювання практично будь-яких об'єктів і процесів. Збільшення складності об'єктів, що моделюються, призводить до зростання розмірності мережі Петрі. Щоб спростити процес побудови моделі і підвищити її наочність, почали використовувати структуровані мережі Петрі. Для цього в моделі застосовують структуровані позиції, переходи, дуги і мітки.

Розроблена в цьому проекті телефонна система повністю забезпечує виконання завдань щодо передачі голосових і факсимільних повідомлень, що значно полегшує роботу працівників у великих корпораціях, а також пришвидшує роботу головного офісу з віддаленими об'єктами.

Впровадження цифрової телефонної системи в державних та приватних установах, торгових об'єктах (супермаркетах, гуртовнях) дає можливість успішно і швидко вирішувати завдання, що пов'язані з роботою з віддаленими об'єктами при передачі факсимільних повідомлень.

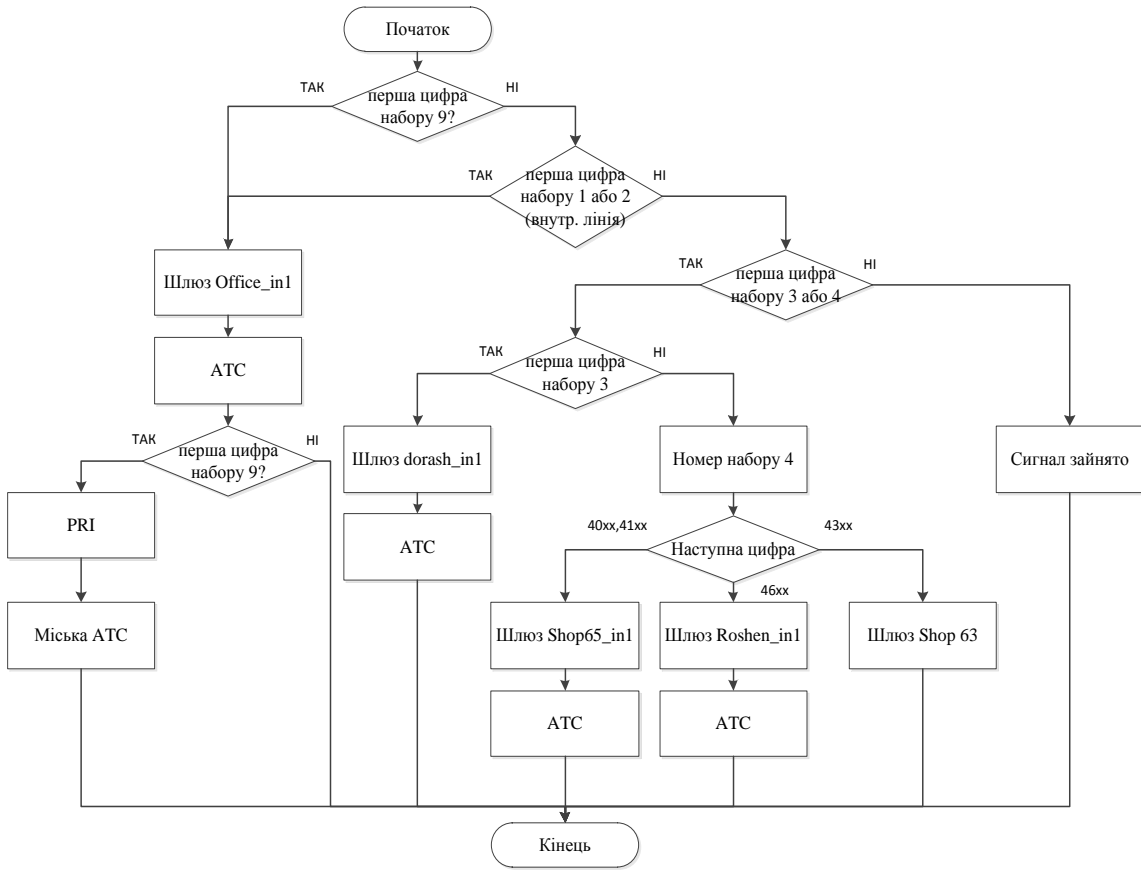


Рисунок 1 - Алгоритм технічного забезпечення роботи ТМ

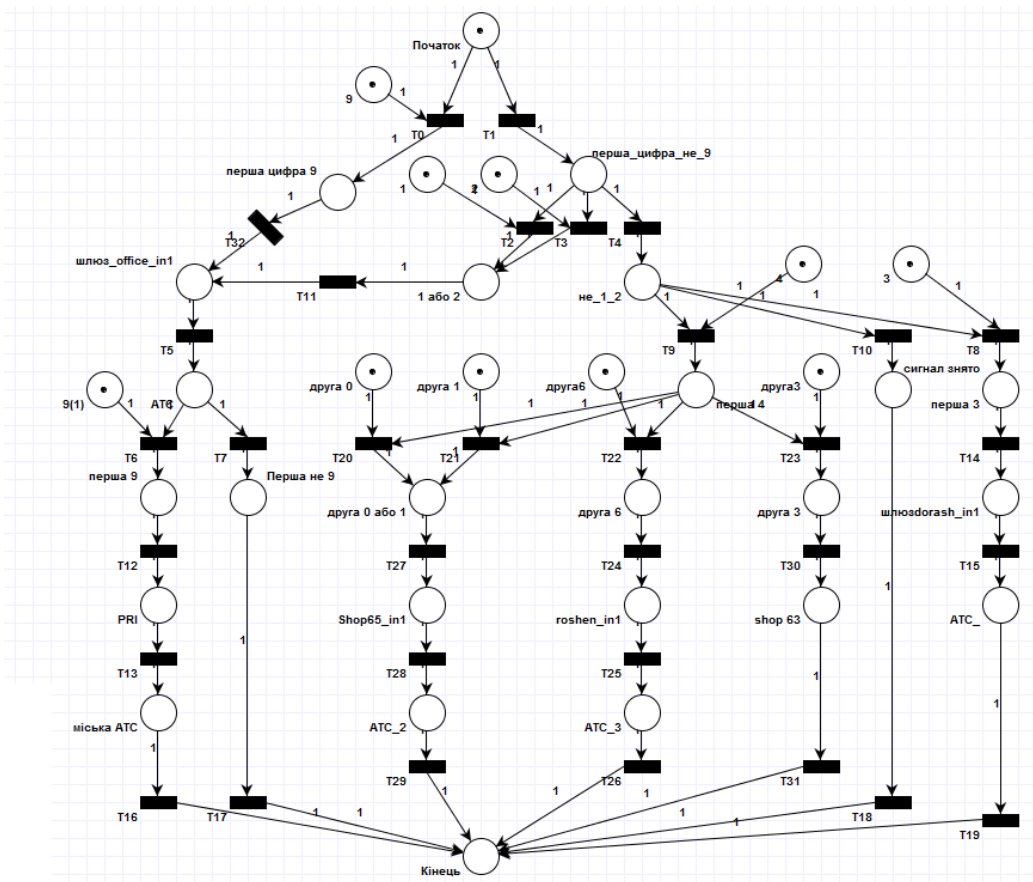


Рисунок 2 - Модель роботи ТМ на основі мережі Петрі



В результаті дослідження побудованої моделі отримали граф досяжності станів, що дає змогу дослідити основні властивості телекомунікаційної мережі.

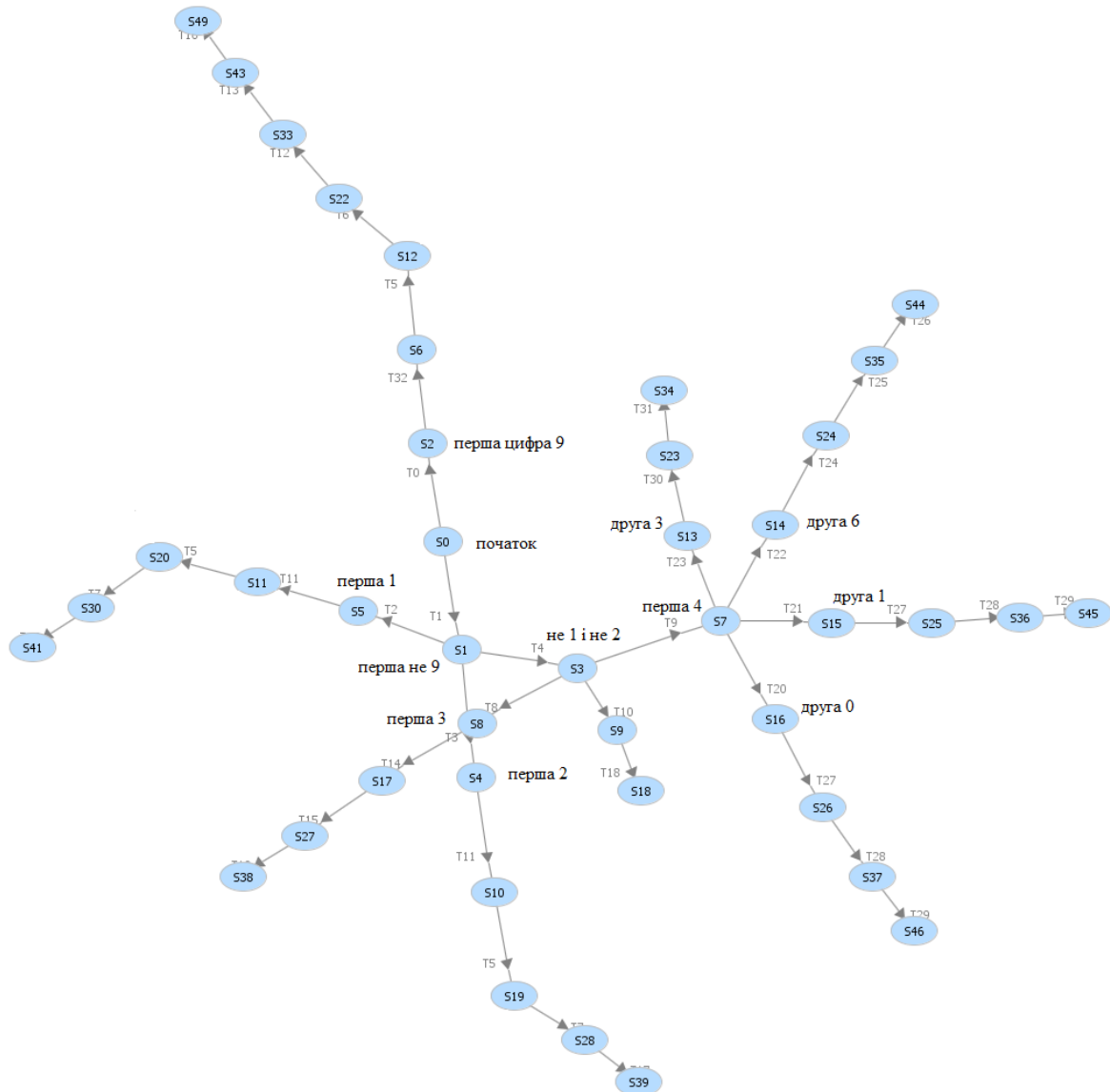


Рисунок 3 - Граф досяжності станів

### Висновки

В результаті виконання роботи розроблено алгоритм функціонування телекомунікаційної мережі, побудовано схемна модель на основі мереж Петрі та наведено результати дослідження розробленої моделі.

### Список використаних джерел

1. Марк А. Спортак, Франк Ч. Паппас и др. Компьютерные сети. Книга 1: High – performance networking. Энциклопедия пользователя: Пер. с англ. – К.: DiaSoft, 1998. – 424 с.
2. Горев Андрей. Visual FoxPro 5.0. Книга для программистов. - М.: Журнал „FoxTalk” ТТО „Эдэль”, 1997. – 552 с.
3. InfiNet Wireless Session Gateway Controller. Руководство системного администратора
4. Порядок обновления Firmware VoIP шлюзов. Справочник инженера компьютерных систем.
5. Котов В. Е. Сети Петри. М, Наука, 1984
6. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. М, Мир, 1984

## ПОШУК ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ НА ОСНОВІ МУРАШКОВОГО АЛГОРИТМУ

Вальків В.Д., Ясінчук В.І.

*Тернопільський національний економічний університет, студенти*

З розвитком та широким використанням безпроводних комунікаційних технологій (Wi-Fi, Zig-Bee, Bluetooth) все більш актуальною стає задача розробки ефективних алгоритмів знаходження оптимального маршруту передачі даних. Особливо важливою дана задача є для мобільних користувачів.

В даний час активно вивчається застосування «ройового інтелекту» для вирішення задачі маршрутизації в комунікаційних мережах. Алгоритми на основі ройового інтелекту впливають з розуміння основних принципів роботи біологічних роїв, таких як мурашки чи бджоли. Мурашковий алгоритм - один з ефективних поліноміальних алгоритмів для знаходження наближених рішень задачі пошуку маршрутів на графах. Суть підходу полягає в аналізі та використанні моделі поведінки мурах, що шукають шлях від колонії до їжі.

Авторами розроблений алгоритм та програмне забезпечення для пошуку  $n$  маршрутів передачі даних в безпроводних сенсорних мережах (рис.1).

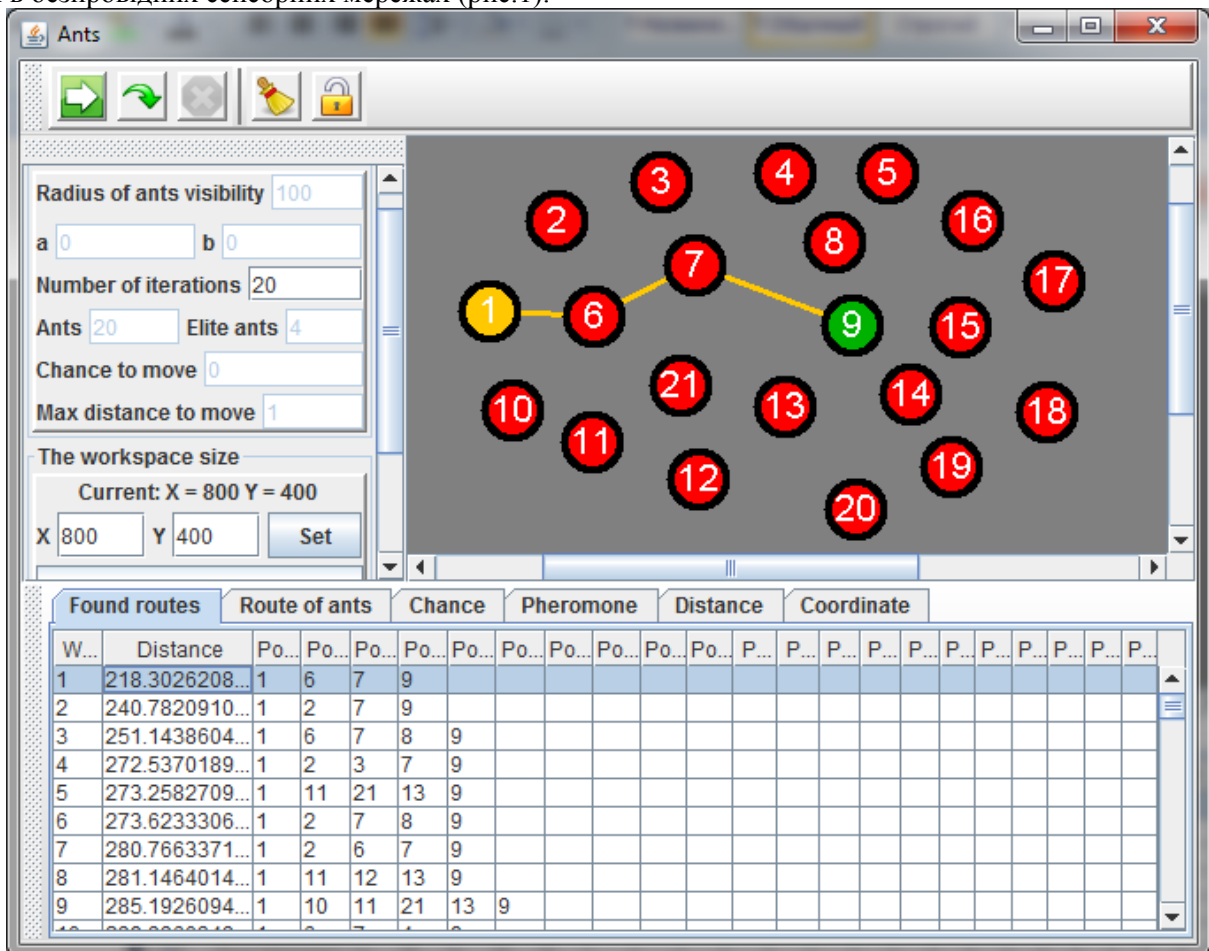


Рисунок 1 – Інтерфейс програми пошуку  $n$  маршрутів передачі даних

Розроблене програмне забезпечення знаходить всі найкоротші маршрути, які не перетинаються, від заданого вузла до базової станції і стане основою для дослідження та розробки протоколу багатошляхової маршрутизації в безпроводних сенсорних мережах.

### Список використаних джерел

1. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы: теория и применение // Программирование. – №4. – 2005. – С.1-16.
2. Су Цзюнь. Алгоритм мурашковых колоний для задачи поиска оптимального маршрута в беспроводной сенсорной сети / Су Цзюнь, В.Вальків // XV Научная конференция Тернопольского национального технического университета имени Ивана Пулюя (14-15 грудня 2011 р. Тернопіль). – ТНТУ, 2011. – С. 96.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ПЕРЕДАЧІ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ДАНИХ У КЛІЄНТ-СЕРВЕРНИХ СИСТЕМАХ**

**Зелінський В.О., Романовський В.В.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістри*

### **I. Постановка проблеми**

Клієнт-серверні системи характеризуються наявністю двох взаємодіючих процесів – клієнта і сервера, які в загальному випадку можуть виконуватись на різних комп'ютерах, обмінюючись даними по комп'ютерних мережах. Відомо, що на сьогоднішній день частка мультимедійних даних у комп'ютерних мережах невинно зростає, завдяки поширенню технологій потокової передачі даних у реальному часі. Більшість таких технологій базується на клієнт-серверних системах, у яких процеси, що реалізують деяку службу, наприклад службу файлової системи або бази даних, називаються серверами (серверами), а процеси, які надсилають запити службі серверів називаються клієнтами.

Досить часто виникають ситуації, коли на фізичному сервері розміщено декілька серверних частин, кожна з яких взаємодіє із клієнтами за допомогою різних протоколів передачі даних. У зв'язку з цим, відбувається збільшення результуючого навантаження на сервер обчислювальними процедурами серверних частин та протоколів, що робить актуальною задачу підвищення ефективності та завадостійкості передачі мультимедійних даних у клієнт-серверних системах.

### **II. Мета роботи**

Метою роботи є підвищення ефективності та завадостійкості передачі мультимедійних даних у клієнт-серверних системах реального часу на базі протоколу XDSEP.

### **III. Підвищення ефективності та завадостійкості передачі даних**

У роботі [1] запропоновано універсальний протокол передачі даних XDSEP у клієнт-серверних системах середньої складності, який дає змогу підвищити ефективність клієнт-серверних систем. Детальний аналіз цього протоколу показав, що основним його недоліком є низька завадостійкість. Для усунення цього недоліку у роботі було проаналізовано методи завадостійкого кодування у системах реального часу.

Аналіз результатів показав, що для виявлення помилок в процесі передачі даних найчастіше використовуються наступні методи [2]:

- посимвольний контроль парності;
- поблочний контроль парності;
- розрахунок контрольної суми;
- контроль циклічним надмірним кодом.

Реалізація перших трьох методів відносно проста, однак вони не здатні виявляти групуючи помилки. Тому для підвищення завадостійкості протоколу XDSEP було обрано метод CRC-контролю. При CRC-контролі великий набір всіх можливих двійкових чисел відображається на менший набір всіх можливих CRC.

### **Висновок**

У роботі підвищено ефективність та завадостійкість передачі мультимедійних даних у клієнт-серверних системах реального часу на базі протоколу XDSEP за рахунок використання CRC-кодів.

### **Список використаних джерел**

1. Шевчук Р. Підвищення ефективності клієнт-серверних систем середньої складності / Р. Шевчук, А. Яцинич // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2010. – № 1. – С. 182-186.
2. Кушнір О.І., Тимочко О.В., Северінов О.В. Аналіз методів завадостійкого кодування у цифрових системах зв'язку // Системи обробки інформації. – 2007. – Вип. 9(67). – С. 63-65

## ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ БЕЗПРОВІДНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Кекот І.Ю.

Тернопільський національний економічний університет, студент

З розвитком та широким впровадженням безпроводних комп'ютерних мереж гостро постає задача їх тестування та оцінки параметрів. Тестування дозволяє виявити переваги і недоліки в роботі обладнання та мережі в цілому.

До задач тестування параметрів функціонування мережі входить визначення граничних значень параметрів функціонування різних мережевих конфігурацій, при яких забезпечуються задані характеристики послуг, що визначають якість її надання. При тестуванні необхідно оцінювати наступні параметри мережі:

- час передачі пакету (IPTD);
- зміна часу передачі пакета (IPDV);
- коефіцієнт пакетів з помилками (IPER);
- коефіцієнт втрачених пакетів (IPLR).

До параметрів та характеристик мережі, що визначають її якість належать також: час встановлення з'єднання; доступність мережі; якість передавання мультимедійної інформації.

Оцінки параметрів мережі проводилась на основі розробленого алгоритму з використанням програмного пакету NetIQ Chariot. NetIQ Chariot – це синтетичний тест, який є програмним генератором мережевого трафіку і дозволяє вимірювати практично усі необхідні параметри. З його допомогою можна визначати абсолютну пропускну спроможність мережевого адаптера як в режимі передачі, так і в режимі прийому. Крім того, вимірюється швидкість передачі/прийому пакетів, кількість операцій введення-виведення, ступінь завантаження процесора і багато інших. Програмний пакет NetIQ Chariot дозволяє не лише вимірювати вказані параметри, але і емулювати необхідну модель мережевого доступу. Для цього необхідно налаштувати такі параметри, як розмір запиту прийому/передачі, процентне співвідношення між випадковим і послідовним розподілом запитів, процентне співвідношення між розподілом операцій прийому/передачі.

На рисунку 1 представлено дослідження потужності сигналу на різних відстанях між користувачем і джерелом сигналу мережі Wi-Fi.

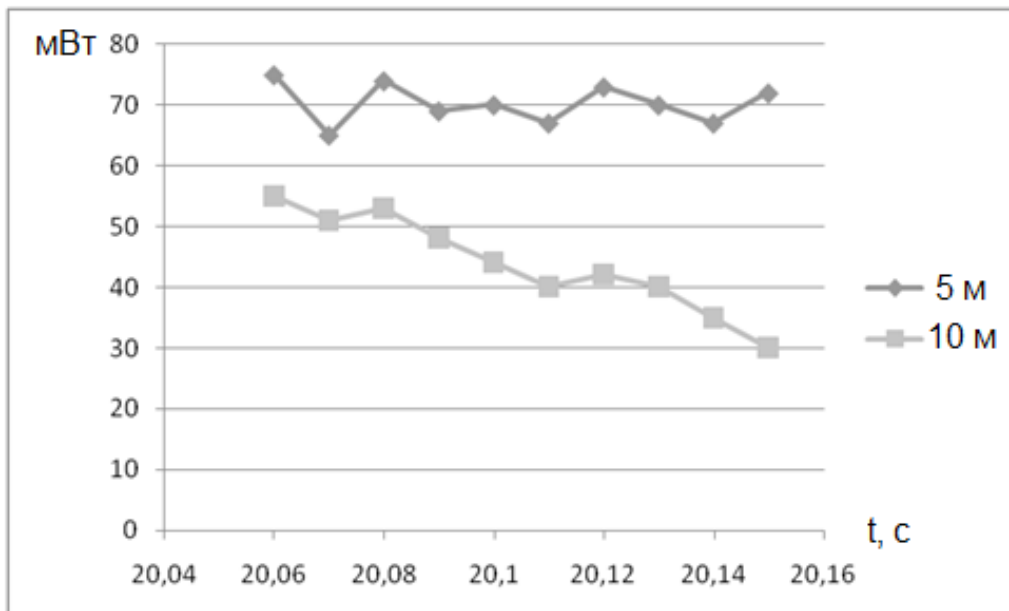


Рисунок 1 – Рівень сигналу безпроводної мережі на різних відстанях

Отже, при збільшенні відстані між безпроводними точками потужність сигналу змінюється від 20 до 40 мВт.

### Список використаних джерел

1. Столлингс В. Современные компьютерные сети. – СПб.: Питер, 2003. – 783 с.

## СКАНУВАННЯ ПОРТІВ МЕРЕЖЕВИХ ОБ'ЄКТІВ

**Коростенський А.Б.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістр*

### II. Вступ

Локальна обчислювальна мережа є незамінним атрибутом інформаційної підтримки будь-якої великої фірми, підприємства чи організації. Незалежно від потужності мережі, що нараховує від декількох комп'ютерів до сотень робочих станцій, вона має потребу в щоденному моніторингу, сервісному обслуговуванні, тестуванні робочих режимів функціонування, діагностуванні виникаючих відмовлень і несправностей. Використання сервісних засобів надає досвідченому адміністратору інформацію для визначення місця, причини і вигляду дефекту, якщо мережа досить проста і містить невелику кількість робочих станцій. Для мереж, що містять десятки і сотні комп'ютерів, з розвиненою структурою і різними технологіями виконання проблема формалізації діагностичного експерименту і його реалізації з метою контролю і пошуку дефектів є досить актуальною [1].

### II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка програмного засобу для моніторингу мережевого середовища зв'язку для підвищення захисту локальної комп'ютерної мережі.

### III. Особливості моніторингу мережевого середовища зв'язку

Одним із засобів моніторингу стану об'єктів мережі є мережевий сканер, який призначений для сканування мереж з будь-якою кількістю об'єктів, визначення стану об'єктів, а також портів і відповідних їм служб. На сьогоднішній день налічується декілька десятків програмних продуктів, які здатні виконувати сканування мережі, однак більшість з них комерційні, що обмежує їх повноцінне використання.

Принцип роботи мережевих сканерів полягає в наступному:

1. Комп'ютер з встановленим на ньому сканером підключається до мережі.
2. В заданому діапазоні IP-адрес проводиться пошук доступних мережевих ресурсів, ідентифікація мережевих сервісів та аналізується їх захищеність.
3. За результатами сканування автоматично формується звіт про стан захищеності кожного мережевого ресурсу, виявлені недоліки в системі захисту та оцінці небезпеки, з точки зору використання цих недоліків для проникнення в систему.

Отримавши звіт від мережевого сканера адміністратор мережевого ресурсу може через мережу Інтернет спробувати знайти необхідні засоби захисту від потенційних загроз. І робити це потрібно негайно, тому що точно також проаналізувати доступність мережевих ресурсів може і зловмисник. А потім визначити, через яку «дірку» і як можна пролізти в систему.

### Висновок

У роботі розроблено мережевий сканер портів з відкритим доступом, який дає змогу сканувати відкриті порти мережевих об'єктів та відповідних їм служб. Для цього використовується TCP SYN та ICMP (ping) методи сканування. Результатом роботи програми є список сканованих портів віддаленої машини із зазначенням номера та стану порту, типу використовуваного протоколу а також назви служби, закріпленої за цим портом.

Необхідно відмітити, що наявність інформації про результати сканування мережі істотно полегшують адміністратору вирішення багатьох проблем, включаючи ті, що пов'язані з інформаційною безпекою і продуктивністю, дозволяють визначити потенційні загрози та сформулювати індивідуальну політику комп'ютерної безпеки.

### Список використаних джерел

1. Камер Д. Разработка приложений типа клиент/сервер / Д. Камер, Л. Стівенс. - Киев: Издательский дом «Вильямс», - 2002. - 592 с.

## МЕТОД ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ СИГНАЛЬНИХ КОРЕКТУЮЧИХ КОДІВ

Николайчук Я.М.<sup>1)</sup>, Гринчишин Т.М.<sup>2)</sup>, Копчишин Т.В.<sup>3)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> д.т.н., професор; <sup>3)</sup> магістр*

*<sup>2)</sup> Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, аспірант*

### І. Постановка проблеми

Комп'ютерні системи (КС) з відкритими оптичними каналами (ВОК) зв'язку знайшли широке застосування у світовій практиці при створенні корпоративних КС, розподілених КС реального часу та в цифровій телефонії. Їх основними перевагами є освоєння невикористовуваної ділянки спектру електромагнітного випромінювання; висока пропускна здатність; захищеність від електромагнітних завад; безкоштовність зв'язку. Отже теоретичні та експериментальні дослідження оптичних ліній зв'язку є актуальним і перспективним. Актуальним при цьому є дослідження і вдосконалення методів формування та цифрової обробки сигналів, а також створення мереж для телекомунікаційних систем. Перспективним напрямком вирішення таких задач є використання новітніх теоретико-числових базисів: Уолша, Крестенсона, Радемахера, Галуа та інших у процедурах формування та цифрового оброблення оптичних сигналів. Загальним методологічним та теоретичним обмеженням таких систем є практична відсутність безнадлишкового заводо захищеного кодування сигналів, а також досягнення умов високоефективної компенсації мультиплікативних завад.

Тому актуальною є наукова задача розвитку теорії та вдосконалення методів формування і цифрового оброблення сигналів, які б забезпечували підвищення заводо захищеності та максимальної віддалі передавання даних в умовах впливу адитивних та інтенсивних мультиплікативних завад атмосферного типу, а також несанкціонованого впливу на відкритий оптичний канал.

### ІІ. Мета роботи

Метою дослідження є розробка методу передавання інформації в комп'ютерних мережах на основі сигнальних коректуючих кодів.

### ІІІ. Метод передавання інформації в комп'ютерних мережах на основі сигнальних коректуючих кодів

У даній роботі розроблено ефективні методи кодування в КС з ВОК, що виявляється у розробці нового методу формування та опрацювання оптичних сигналів і приводить до збільшення швидкості обміну даними та збільшення віддалі їх передачі. На основі аналізу характеристик традиційних засобів реалізації обміну даними в КС з ВОК встановлено, що вони практично не забезпечують достатню ефективність передачі в умовах територіальної віддаленості об'єктів та наявності інтенсивних мультиплікативних завад. Відповідно до цього розроблено нові методи безнадлишкового сигнального кодування біт-орієнтованих інформаційних потоків з використанням кодів поля Галуа, які дозволяють повніше використати інформацію сигнальних просторів і забезпечують можливість виявити та коректувати однократні помилки. Досліджено характеристики захисту даних від помилок на основі запропонованих сигнальних кодів, в результаті чого встановлено, що несиметричні сигнальні коди забезпечують виявлення 75% всіх можливих однократних помилок. Розроблено та досліджено квазісигнальний коректуючий код на основі біт-орієнтованого симетричного кодування інформаційних нулів та одиниць маніпульованими кодами Галуа, що дозволило реалізувати виправлення однократних та виявлення багатократних помилок. Розроблено апаратне та програмне забезпечення КС передачі інформаційних потоків на основі ВОК.

### Висновок

У роботі розроблено метод передавання інформації в комп'ютерних мережах на основі сигнальних коректуючих кодів.

### Список використаних джерел

1. Т.М. Гринчишин. Розробка диференціальних та бісигнальних методів маніпуляції оптичних сигналів в відкритих лініях зв'язку / Т.М. Гринчишин, Я.М.Николайчук. // Вісник Технологічного університету Поділля. Хмельницький – 2004. –Т3 ч.1, №2. – С. 121 – 124.

## ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ ВІДКРИТИХ ОПТИЧНИХ КАНАЛІВ

Николайчук Я.М.<sup>1)</sup>, Іванюк Д.В.<sup>2)</sup>, Фаберський С.М.<sup>3)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> д.т.н, професор; <sup>2,3)</sup> студенти*

### Вступ

Комп'ютерні системи з відкритими оптичними каналами зв'язку знайшли широке застосування у світовій практиці при створенні комп'ютерних систем. Сучасні досягнення в галузі оптоелектроніки, побудови комп'ютерних мереж створюють необхідні передумови розвитку та вдосконалення комп'ютерних систем на основі відкритих оптичних каналів зв'язку. Отже теоретичні та експериментальні дослідження оптичних ліній зв'язку є актуальним і перспективним.

### 1. Систематизація архітектур комп'ютерних систем з оптичними каналами

Архітектура сучасних комп'ютерних мереж з відкритими оптичними каналами включає три класи [1]. Міжмережні комунікаційні з'єднання типу «точка-точка». Даний клас оптичних комунікаційних систем передбачає реалізацію найвищих доступних швидкостей передавання даних при обмеженій віддалі. Даний тип мереж використовують для міжмережових зв'язків, характеризуються низькою вартістю. Дальність передавання становить до 1 км, швидкість передавання 100-200 Мб/с.

Другий клас оптичних мереж характеризується кільцевими структурами, в тому числі розгалуженими структурами, маркерного типу, які найчастіше використовуються на низових рівнях КСУ. Дані мережі передбачають швидкість передачі в розмірі до 10 Мбіт/с, та віддалами до 10км. Даний тип мереж характеризується великою віддаллю передавання, низькою вартістю самого каналу зв'язку, складністю несанкціонованого доступу.

Третій клас оптичних мереж, які знаходяться на стадії розробки та експериментальних досліджень базуються на використанні оптичних сканерів. Особливістю таких оптичних мереж є їх мобільність, за рахунок самоюстировки (самонастроювання) оптичних каналів на основі сканерів. Даний клас мереж використовується для реалізації сесійних повідомлень та мобільного зв'язку в умовах інтенсивних електромагнітних завад.

### 2. Аналіз типів завад в КС з оптичними каналами.

На корисний сигнал в оптичному каналі зв'язку впливають завади. В залежності від причини виникнення або типу джерела, завади можна розділити на наступні класи: космічні, атмосферні, промислові, обумовлені особливостями поширення в каналі; навмисні (організовані); внутрішні (теплові шуми пристроїв прийому сигналів). В залежності від способу впливу на корисний сигнал розрізняють адитивні і мультиплікативні завади.

Адитивні завади не створюють значного спотворення корисного сигналу в системах з ВОК, в той же час як мультиплікативні, змінюючи ступінь затухання оптичних сигналів, можуть в значній мірі спотворювати корисний сигнал, що приводить до суттєвого зниження ефективності передавання даних з заданою ймовірністю помилки, а також зменшення дальності передавання.

Вплив інтенсивних мультиплікативних завад найчастіше призводить до виявлення небезпечних помилок в інформаційних повідомленнях, шляхом «вставок» або стирання окремих інформаційних бітів, або їх пакетів. виправлення таких помилок практично не реалізується існуючими коректуючими кодами.

### 3. Коректуючі коди, можливості виявлення помилок

Коди поля Галуа [2] за загальною класифікацією відносяться до підкласу циклічних блокових кодів, які володіють всіма основними властивостями завадозахищених кодів. Дія над циклічними кодами зводиться до дії над відповідними математичними виразами. Коефіцієнти однакових степенів додаються за модулем 2. Дані коди є одними з найбільш досконалою упаковкою інформації.

При передаванні та прийманні інформації на основі сигнальних кодів використовуються маніпульовані сигнали сформовані на основі чотирьох ознак, які поставлені у відповідність до елементів інформаційного повідомлення відповідно до кодів поля Галуа [2]. Приклад сигналу маніпульованого за допомогою сигнальних коректуючих кодів, при якому об'єм коду Галуа відповідає

об'єму даних, наведеного на рис.1, з якого видно, що в блоці об'ємом  $N=24$  завершення послідовності нулів відповідає коду Галуа  $1101$  і завершується символами  $+++\square\square\square\square$ , тобто  $N=6$ , згідно  $G_4^2$ . А завершення послідовності одиниць в кодї Галуа відповідає символам  $\square\square\square\square$ , тобто коду Галуа  $0110$ ,  $N=10$ .

Позиції бітів	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16
Біти даних	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Біти Галуа $G_4^2(1)$	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Символьний код	∧	∧	∧	∧	∨	∧	∨	∧	∧	∨	∨	∧	∨	∨	∨	∨
Сигнальний код	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓
Біти даних	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Біти Галуа $G_4^2(0)$	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Символьний код	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-
Сигнальний код	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓
Біти даних	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
Біти Галуа $G_4^2(1)$	1	1		1	1		0	1	0				1	1		0
Біти Галуа $G_4^2(0)$			1			1				1	1	0			1	
Символьний код	∧	∧	+	∧	∧	+	∨	∧	∨	+	+	-	∧	∧	+	∨
Сигнальний код	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓

Рисунок 1 - Приклад формування сигнального коректуючого коду для інформаційного повідомлення розміром 2 байти

Таким чином забезпечується ефективно симетричне кодування у вигляді кодів Галуа послідовності нулів і одиниць блоку даних з однозначним визначенням їх числа  $N_0+N_1=N$ , яке використовується для виявлення та виправлення помилок після передавання даних.

На рис.2 зображена реалізація потоку даних маніпульованих за допомогою сигнальних коректуючи кодів, з виявленням помилок на сигнальному рівні. В таблиці приведено приклад виникнення помилок на сигнальному рівні в 7-ій та 17-ій позиції нулів, а також 10-ій та 21-ій позиції одиниць.

№ позиції бітів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	...
Біти даних	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	...
Біти Галуа $G_4^2(1)$	1			1		1		1	0	1		0	1		1	0		0	1	0	0		0		...
Біти Галуа $G_4^2(0)$		1	1		1		1				0			1			0					1		1	...
Сигнальний код	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↓	...
Помилка *							*			*							*			*		*			...
Сигнальний код з помилкою	∧	∨	∨	∧	∨	∧	∧	∧	-	+	+	-	∧	∨	∧	-	∧	∧	-	-	∧	∨	∧	∨	...

Рисунок 2 - Реалізація потоку даних за допомогою сигнальних коректуючи кодів, з виявленням помилок на сигнальному рівні

Як видно з рис. 2, при виникненні помилок на сигнальному рівні в одиницях потоку даних, можливі два випадки: інвертування Галуа ознаки одиничного біта, що однозначно виявляється рекурентним декодером потоку Галуа-одиниць та заміна сигнальної ознаки одиниць, які представляються фронтом наростання та спаду і перетворення їх в сигнальні ознаки нулів, які представляються потенціалами «+» та «-». Крім того такий вид помилок призводить до стирання одиниці в даній позиції, що виявляється рекурентним декодером [3].

### Висновки

Аналогічні сигнальні переходи з однозначним виявленням та виправленням одиничних помилок, ідентифікуються на сигнальному рівні, при появі помилок в нульових бітах потоку даних.

Виявлення помилок ґрунтується на біт-орієнтованій нумерації послідовності нулів і одиниць, які передаються за допомогою кодових послідовностей Галуа. Якщо помилка виявлена, використовується формула, де рекурентним шляхом перевіряється, в якій саме позиції відбулася заміна символу нуля(одиниці), в процесі передавання даних і даний символ замінюється на правильний [2].

### Список використаних джерел

1. Николайчук Я.М. Теорія джерел інформації. / Видання друге, виправлене/—Тернопіль:ТзОВ “Терно-граф”, 2010. – 536 с.
2. Я.М. Николайчук, А.Р. Воронич, Т.М. Гринчишин. Теоретичні основи, принципи формування та передавання інформації на основі сигнальних коректуючи кодів//Поступ в науку. Збірник наукових праць Бучацького інституту менеджменту і аудиту. – 2010. –№6.–Т1. – С.41-49
3. Воронич А.Р. спіральні коди поля Галуа та їх коректуючі властивості // Збірник матеріалів проблемно-наукової міжгалузевої конференції "Юриспруденція та проблеми інформаційного суспільства" (ЮПС - 2011) )” Івано-Франківськ, 2011. С.76-78.



**АНАЛІЗ ЕМЕРДЖЕНТНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ****Николайчук Я.М.<sup>1)</sup>, Лисий В.В.<sup>2)</sup>, Карась Р.Є.<sup>3)</sup>***Тернопільський національний економічний університет**<sup>1)</sup> д.т.н., професор; <sup>2,3)</sup> студенти***I. Вступ**

Інформація стає найважливішим ресурсом суспільства і визначальним чинником в економічній, технічній і науковій сферах діяльності людини.

Інформаційні технології дедалі більше впливають на різні сторони нашого життя. В розвинених країнах одночасно відбуваються дві революції: в інформаційних технологіях і в бізнесі, взаємно допомагаючи одна одній. Революція в комп'ютерних технологіях породила могутні мережі зв'язку, які організації можуть використовувати для доступу до великих баз інформації в усьому світі, координувати дії поза залежністю від місця і часу.

Розвиток сучасних засобів телекомунікацій зумовив необхідність користування ними спеціалістів різних галузей. Комп'ютерні мережі як складова телекомунікацій стають невід'ємною частиною усіх сфер суспільства. Такий єдиний інформаційний простір для багатьох користувачів забезпечується сучасними мережевими технологіями.

Мережна архітектура відповідає реалізації фізичного та каналного рівнів моделі OSI. Архітектура визначає кабельну систему, кодування сигналів, швидкість передавання, структуру фреймів, топологію мережі та метод доступу до середовища передавання. Кожній з архітектур відповідає свій набір компонент – кабелі, роз'єми, мережні адаптери, кабельні центри тощо[1].

Перше покоління мережних архітектур забезпечувало низькі та середні швидкості передавання: LocalTalk – 230 Кбіт/с, ARCnet – 2,5 Мбіт/с, Ethernet – 10 Мбіт/с, TokenRing – 16 Мбіт/с. Ці архітектури зорієнтовані на використання електричних кабелів [2].

Друге покоління мережних архітектур забезпечує високі швидкості передавання: FDDI –100 Мбіт/с, ATM – 155 Мбіт/с, FastEthernet – 100 Мбіт/с та, звичайно, зорієнтовані на використання оптоволоконних кабелів [2].

**II. Класифікація мережних архітектур**

Дослідження та аналіз архітектур розподілених комп'ютерних систем, які використовуються в локальних, проблемно-орієнтованих та спеціалізованих комп'ютерних мережах дозволяє визначити наступні класи їх архітектур[3]:

Однорівневі архітектури

1-зіркова;

2-моноканал;

3- систолічна;

4-кільцева;

Багаторівневі архітектури

5-ієрархічна;

6-зіково-магістральна;

7-Мережно-ієрархічна;

Безпроводні архітектури

8- безретрансляційні;

9- з пасивним ретранслятором;

10- з активним ретранслятором;

11- з активним ретранслятором та кільцевою структурою;

12- зірково-магістральна;

13- сотова;

Архітектури КС з відкритими оптичними каналами зв'язку

14- високошвидкісна дуплексна;

15- середньошвидкісна кільцева;

16- низькошвидкісна кільцева;

17- розгалужена.

### III. Аналіз емерджентності

Основним показником ефективності архітектур розподілених комп'ютерних систем є коефіцієнт емерджентності, який визначається згідно рівняння:

$$K_e = \frac{n_3}{n_e}, \quad (1)$$

де  $n_3$  - число зв'язків,  $n_e$  - число компонентів.

На рисунку 1 показана гістограма коефіцієнтів емерджентності різних архітектур КС.

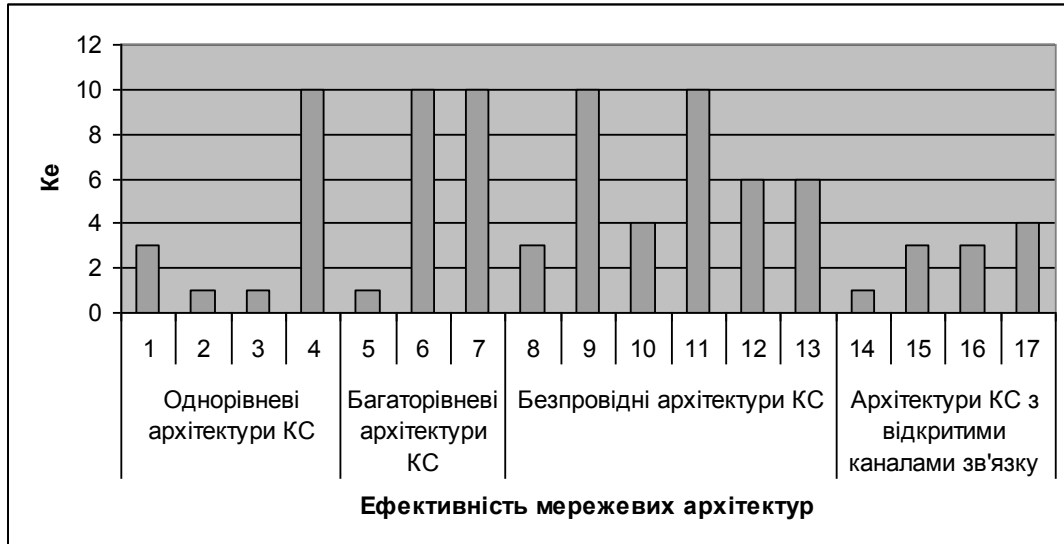


Рисунок 1 – Графік ефективності мережевих архітектур за параметром емерджентності.

Однорівневі: 1-зіркова; 2-моноканал; 3-кільцева; 4- систолічна; Багаторівневі: 5-ієрархічна; 6-зірково-магістральна; 7- мережно-ієрархічна; безпроводні: 8- з пасивним ретранслятором; 9- безретрансляційні; 10- з активним ретранслятором; 11- зірково-магістральна; 12- з активним ретранслятором та кільцевою структурою; 13- сотова; з відкритими оптичними каналами зв'язку: 14- високошвидкісна дуплексна; 15- середньошвидкісна кільцева; 16- низькошвидкісна кільцева; 17- розгалужена.

### IV. Висновок

З рис.1 видно, що найкращими показниками емерджентності характеризуються наступні архітектури: мережно-ієрархічна; систолічна; безпроводна безретрансляційна; безпроводна зірково-магістральна; зірково-магістральна.

Аналіз рис. 1 показує, що найвищим коефіцієнтом емерджентності характеризуються мультипроцесорні системи концентрованого опрацювання інформаційних потоків, які відповідають автономним СКС спеціалізованих мобільних засобів, літаків, супутників і потребують високого рівня захисту інформаційних даних від несанкціонованого доступу.

Високим рівнем емерджентності характеризуються багаторівневі зірково-магістральні та мережно-ієрархічні КС, а також безпроводні КС з активними ретрансляторами. До класу таких систем належать СКС атомних електростанцій, нафто-газових, хімічних та інші екологічно небезпечних об'єктів.

Найбільш перспективною архітектурою КС, в якій доцільно використовувати спецпроцесори, аналого-цифрові кодеки та АЦК є безпроводна зірково-магістральна архітектура. Оцінка архітектур та трафіків КС на основі коефіцієнта емерджентності найкраще відображає структурно-організований інтелект КС. В той же час, дана оцінка не відображає умов необхідного рівня захисту інформаційних потоків КС від несанкціонованого доступу, що потребує їх класифікації з врахуванням вразливості, умов захисту та характеру секретності інформаційних потоків, які можуть циркулювати в різних архітектурах.

### Список використаних джерел

1. Буров Є. Комп'ютерні мережі. – Львів: БаК, 1999. – 468 с.
2. Мартин Дж. Планирование развития автоматизированных систем.- М.: Финансы и статистика, 1984. – 196с.
3. Николайчук Я.М., Возна Н.Я., Пітух І.Р. Проективання спеціалізованих комп'ютерних систем. / Навчальний посібник / - Тернопіль: ТзОВ «Герно-граф», 2010.- 392с.

## МУЛЬТИАГЕНТНИЙ МЕТОД ПОШУКУ ЧИСЛОВИХ ДАНИХ В ГЛОБАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

Піговський Ю.Р.<sup>1)</sup>, Парій Р.П.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет  
<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр

### І. Постановка проблеми

Пошук сторінок в мережі Інтернет за певними ознаками є важливою задачею, що має практичну цінність. Проблема пошуку сторінок за змістом представленої у документах числової інформації є недостатньо вивчена, а тому розробка методів її розв'язання є актуальною.

Розглянемо постановку задачі пошуку числових даних на множині сторінок-документів як задачу максимізації деякої функції корисності  $f_U(P_1, P_2 \dots P_N)$  шляхом варіювання набору параметрів її шляху  $P_1, P_2 \dots P_N$ :

$$f_U(P_1, P_2 \dots P_N) \xrightarrow{P_1, P_2 \dots P_N} \max, \quad (1)$$

де кожен параметр  $P_i$  у стрічці параметрів  $P_1, P_2 \dots P_N$  відповідає одній з компонент URL-адреси і може приймати значення з деякої наперед-визначеної множини можливих варіантів:

$$P_i \in \Omega_i, \quad (2)$$

де  $\Omega_i$  – множина варіантів реалізації  $i$ - того компонента URL-адреси. Наприклад, множини субдоменів, доменів (у випадку пошуку в межах одного сайту може складатися з єдиного елемента) та сторінок можуть бути описані так:

$$P_1 \in \Omega_1 = P_1 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{"olatheroofing"}, \\ \text{"raytowndoor"}, \\ \text{"olathewindows"}, \\ \dots \\ \text{"www"} \end{array} \right\}, \quad P_2 = \text{"site.com"}, \quad P_3 \in \Omega_3 = P_3 \in \left\{ \begin{array}{l} \text{""}, \\ \text{"design.php"}, \\ \text{"doors.php"}, \\ \dots \\ \text{"windows.php"} \end{array} \right\}. \quad (3)$$

Вибираючи елементи по-одному з кожної множини і компонуючи їх отримуємо URL-адреси такого вигляду:

<http://olatheroofing.totalrenovationgroup.com/>

...

<http://www.totalrenovationgroup.com/windows.php>

Не усі з наведених URL-адрес присутні, завантаження деяких з них може призводити до помилки відсутності сторінки 404, що відповідатиме нульовому значенню функції корисності  $f_U(P_1, P_2 \dots P_N) = 0$ .

### II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка мультиагентного методу пошуку Інтернет-сторінок, що базується на алгоритмах поведінкової оптимізації, зокрема, алгоритмі бджолиного рою (Bees Algorithm).

### III. Метод мультиагентного пошуку

Задача пошуку (1)–(3) є оптимізаційною задачею на максимум, що характеризується присутністю великої кількості локальних екстремумів. Функція корисності може мати вигляд алгебричного запису або імітаційного алгоритму. Другий випадок на практиці спостерігається найчастіше, що унеможливає знаходження похідної від (1). Наслідком цього є непридатність методів градієнтного пошуку для її розв'язання.

З літератури [1, 2] відомо, що при розв'язанні оптимізаційних задач з мультимодальною і недиференційованою функцією мети ефективними є алгоритми еволюційної і поведінкової оптимізації. В даній роботі адаптовано алгоритм бджолиного рою (Bees Algorithm) [3] для розв'язання задачі (1)–(3). Розглянемо задачу глобальної умовної оптимізації

$$\max F(X) = F(X^*) = F^*, X \in D \subset R^k, \quad (4)$$

де  $X = (x_1, x_2, \dots, x_k)$  - вектор варійованих параметрів,

$$D = \{X \mid x_i^- \leq x_i \leq x_i^+, i \in [1:k]\} - \text{множина допустимих значень цього вектору.}$$

Позначимо бджолиний рій  $B = \{B_a, a \in [1:Z]\}$ , де  $B_a$  - бджола (агент),  $Z$  - число агентів в рою. Положення бджоли  $B_a$  в момент часу  $t = 0, 1, \dots$  визначається вектором її координат  $X_{a,t} = (x_{a,t,1}, x_{a,t,2}, \dots, x_{a,t,k})$ . Нехай  $B_\beta^S \notin B, \beta \in [1:S]$  - бджола-розвідник;  $S < Z$ .

Схема використовуваного варіанту методу рою бджіл має наступний вигляд.

На першому кроці методу в точці з випадковими координатами  $B_{\beta,0} \in D$ , відправляються бджоли-розвідники. В залежності від значень цільової функції  $F(X)$  в цих точках, в області  $D$  виділяються два типи ділянок (підобластей)  $d_\beta$ :  $n$  кращих ділянок, які відповідають найбільшим значенням цільової функції;  $m$  перспективних ділянок, які відповідають значенням цільової функції, найбільш близькими до найкращих значень.

Підобласть  $d_\beta$ ,  $\beta \in [1:s]$  називається підобластю локального пошуку і представляє собою гіперкуб в просторі  $R^k$  з центром в точці  $X_{\beta,0}$  і довжинами сторін, рівними  $2\Delta$ . Тут  $\Delta$  - параметр, який позначає розмір області локального пошуку.

Якщо виявилось, що евклідова відстань  $\|X_{\beta,0} - X_{\gamma,0}\|$  між двома агентами-розвідниками  $B_\beta^S, B_\gamma^S \in B, \beta \neq \gamma$  менше деякої фіксованої довжини, то можливі два наступних варіанти методу, із яких в роботі використовується другий варіант: поставити в відповідність цим агентам дві різних ділянки які перетинаються  $d_\beta, d_\gamma$  (найкращих і/або перспективних); поставити в відповідність тим же агентам одну ділянку, центр якого знаходиться в точці, яка відповідає агенту з великим значенням цільової функції.

В кожний із найкращих і перспективних ділянок відправляється по  $N$  і по  $M$  агентів, відповідно. Координати цих агентів в вказаних ділянках визначаються випадковим чином.

Відмітимо, що варіантом розглянутого рішення є відправка в вказані під області не фіксовану кількість агентів, а кількість, пропорційну відповідним значенням цільової функції. Розміри під областей, в які відправляються агенти, можуть зменшуватися з ростом числа ітерацій з тим, що в кожній підобласті рішення зводилось до локального максимуму цільової функції в цій підобласті.

На основі аналізу значень функції, яка відповідає всім агентам рою, після деякого числа ітерацій знаходяться  $n$  нових найкращих і  $m$  нових перспективних ділянок. В якості критерію закінчення ітерацій можна використовувати досягнення заданої кількості ітерацій  $T$ . Можна також закінчувати ітерації, якщо на протязі  $\tau \leq T$  ітерацій не вдалося збільшити максимальне значення цільової функції. Тут  $\tau$  - параметр зупинки.

### Висновки

У роботі поставлено задачу пошуку числових даних в мережі Інтернет і описано основні положення мультиагентного методу її розв'язання. Метод базується на алгоритмах поведінкової оптимізації бджолиного рою (Bees Algorithm). Реалізація цього методу дасть змогу покращити відповідність знайдених документів критеріям пошуку та скоротити тривалість його виконання.

### Список використаних джерел

2. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский ; [пер. с польск. И. Д. Рудинского]. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
3. Dorigo M. Ant system: optimization by a colony of cooperating agents / M. Dorigo, V. Maniezzo, A. Colomi // IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics. – 1996. – Part B: Cybernetics. – № 26 (1). – P. 29–41.
4. Гришин А. А. Исследование эффективности метода пчелиного роя в задаче глобальной оптимизации / А.А.Гришин, А.П.Карпенко // Наука и Образование №8, 2010. – 28 с. [Електронний ресурс]. — Режим доступу <http://technomag.edu.ru/doc/154050.html>

## МАРШРУТИЗАЦІЯ В БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ

**Приходько А.І., Букай М.Я.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістри*

Проблеми з маршрутизацією у безпроводних мережах пов'язані з переміщенням вузлів, що приводить до динамічної топології мережі, радіоперешкодами, помилками вузлів, поява нових вузлів і вихід з ладу існуючих вузлів. Для вирішення вказаних проблем розроблені різні протоколи маршрутизації і найбільш ефективні схеми, як правило розроблені для мережі з конкретними характеристиками. Для вирішення задач маршрутизації в безпроводних мережах в даний час активно вивчається використання ройового інтелекту.

Алгоритми маршрутизації базовані на ройовому інтелекті впливають з розуміння основних принципів роботи біологічних роїв, таких як мурашки чи бджоли.

Здатність мурашок до самоорганізації базується на чотирьох принципах ройового інтелекту:

- позитивному зворотному зв'язку. Використовується для поліпшення кращого рішення. Коли мурашки переходять від одного вузла до іншого, концентрація феромонів на цьому шляху збільшується. Це допомагає іншим мурахам вибрати кращий шлях;
- негативному зворотному зв'язку. В основному використовується для видалення поганих рішень, це відбувається за рахунок зменшення концентрації феромону з часом;
- випадковості. Шлях який вибирають мурашки є випадковим, тому генеруються нові рішення;
- колективної взаємодії. Рішення буде знайдено в результаті взаємодії багатьох агентів.

Проведені дослідження алгоритму маршрутизації на основі методу мурашкових колоній, для різної топології мережі, показали його ефективну роботу (рис.1).

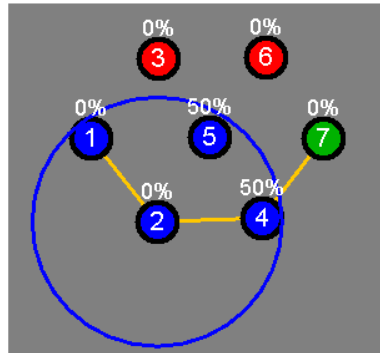


Рисунок 1 – Топологія мережі з ймовірністю вибору наступного вузла

Значення феромону залежить від відстані між вузлами мережі та радіусу зв'язку (таблиця 1). Для вузлів, які не доступні для зв'язку значення феромону рівне нулю. Аналізуючи значення феромону мурашки знаходять оптимальний маршрут.

Таблиця 1

Розподіл феромону для пошуку маршруту

№ вузла	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0,04	0,04	0	0,269	0	0
2	0,04	0	0	0,04	0,031	0	0
3	0,04	0	0	0	0,04	0,04	0
4	0	0,04	0	0	0,04	0	0,04
5	0,269	0,031	0,04	0,04	0	0,04	0,269
6	0	0	0,04	0	0,04	0	0,04
7	0	0	0	0,04	0,269	0,04	0

Методи маршрутизації на основі ройового інтелекту підвищують надійність та зменшують час передачі даних в гетерогенній безпроводній мережі з великою кількістю вузлів.

### Список використаних джерел

1. Fatih Çelik. A survey on swarm intelligence based routing protocols in wireless sensor networks /Fatih Çelik, Ahmet Zengin, Sinan Tuncel // International Journal of the Physical Sciences Vol. 5(14), 4 November, 2010. – pp. 2118-2126.

## ВИМІРЮВАННЯ ДЖИТЕРА СИГНАЛІВ ЦИФРОВИХ КАНАЛІВ НА ОСНОВІ ФАЗОВОГО АНАЛІЗАТОРА

Прокопчук С.О.<sup>1)</sup>, Чирка М.І.<sup>2)</sup>, Дехтяр І.В.<sup>3)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

<sup>1)</sup> магістр; <sup>2)</sup> к.т.н., доцент; <sup>3)</sup> інженер

### I. Постановка проблеми

Перехід до цифрових методів передачі та комутації, крім переваг, обумовлених новими технологіями зв'язку, викликає безліч проблем (нестабільність тактового генератора, падіння характеристик сигналу в кабелі, паразитні наведення), специфічно пов'язаних з принципами передачі сигналів у цифровому вигляді, однією з таких є проблема синхронізації. Серед параметрів, які характеризують сигнал синхронізації можна виділити джитер (фазове тремтіння), який викликаний зміною часу затримок сигналу в ланцюзі з'єднань між компонентами [1]. У цифрових системах передачі джитер присутній завжди, але при перевищенні певного значення джитер починає впливати на якість передачі інформації, тому актуальною є розробка методів та пристроїв для вимірювання і ослаблення джитера.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка пристрою для вимірювання і ослаблення джитера.

### III. Реалізації пристрою вимірювання джитера

Схема організації вимірювань максимально допустимого джитера (МТД) за критерієм виникнення помилок зображена на рисунку 1.

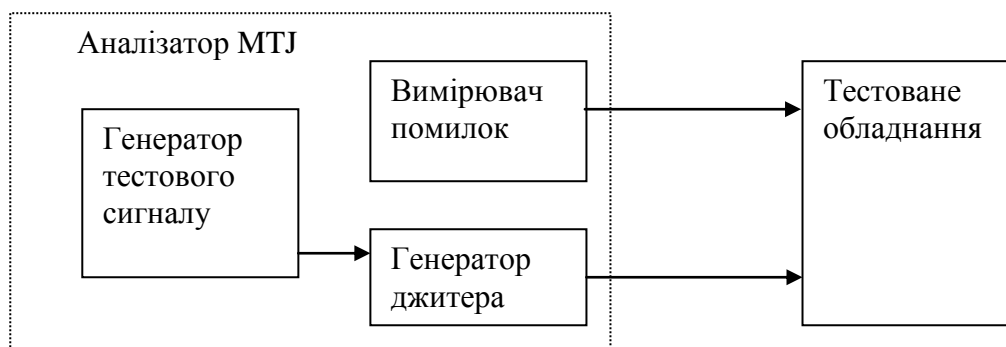


Рисунок 1 - Схема організації вимірювань параметра МТД за критерієм виникнення помилок

Запропонований метод полягає у зміні частоти внесеного джитера і у визначенні критичної амплітуди допустимого джитера для кожної частоти і амплітуди фазового тремтіння випробувального сигналу, що забезпечує дотримання критерію появи помилок. Метод включає в себе наступні операції: виключення «перехідної області» амплітуди джитера, в якій припиняється безпомилкова робота; вимірювання окремих секунд з помилками протягом 30 с для кожного збільшення амплітуди джитера, починаючи з "перехідної області"; визначення для кожної частоти найбільшої амплітуди джитера, при якій сумарне число секунд з помилками не перевищує двох.

Процес повторюється для числа частот, достатнього для того, щоб вимірювання точно відображало допустимий для об'єкта випробувань синусоїдальний вхідний джитер в заданому діапазоні частот. Аналізатор при цьому повинен виробляти сигнал з керованим джитером і вимірювати кількість секунд з помилками, обумовлених цим джитером.

### Висновок

У роботі розроблено та досліджено пристрій для вимірювання та ослаблення джитера цифрового сигналу на основі фазового аналізатора.

### Список використаних джерел

1. Бакланов И.Г. Технологии измерений в современной телекоммуникации / И.Г. Бакланов. – М.: Эко-Трендз, – 2008. – 264 с.

## ВИКОРИСТАННЯ QOS I 802.1P В КОМУТАТОРАХ D-LINK DGS-3627, 3612, DES-3200 -26

**Федіна Т.В.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістр*

У наш час стрімкий розвиток інформаційних технологій призвів до того, що найважливішим застосуванням комп'ютерів стало створення мереж, які забезпечують єдиний інформаційний простір для багатьох користувачів. Основним призначенням комп'ютерної мережі є забезпечення простого, зручного і надійного доступу користувача до спільних розподілених ресурсів мережі та організація їх колективного використання з надійним захистом від несанкціонованого доступу, а також забезпечення зручними і надійними засобами передачі даних між користувачами мережі.

Головним з параметрів, які розглядаються при моделюванні мережі, вибору оптимального обладнання, є якість і швидкість обслуговування користувача, тому дуже важливо детально проаналізувати і дослідити цей спектр за допомогою систем масового обслуговування та добитися позитивних результатів.

QoS (англ. Quality of service) — якість обслуговування. Під цим терміном в області комп'ютерних мереж називають імовірність, що мережа зв'язку відповідає заданій угоді про трафік або ж, у ряді випадків, неформальне позначення ймовірності того, що пакет (IT) пройде між двома точками мережі.

Стандарт IEEE 802.1p визначає пріоритет пакета за допомогою тега в його заголовку. Можна задати до 8 рівнів пріоритету від 0 до 7. Рівень 7 визначає найвищий пріоритет. Комутатори підтримують 4 черги Class of Service на кожному порту (Рис.1). Для маркованих пакетів пріоритет може бути змінений на одну з чотирьох черг CoS (Class of Service - клас сервісу). Для немаркованих пакетів пріоритет виставляється виходячи з пріоритету, виставленого на даному порту. Черги потрібні для того, щоб класи трафіку, критичні до затримок і втрат, наприклад, аудіо / відео конференції, могли отримати потрібну смугу пропускання і необхідну затримку відправки навіть на перевантаженому порту. Суть механізму черг в тому, що якщо порт не може передати всі дані за необхідний час, то він передає дані спочатку з самої пріоритетної черги, потім з менш пріоритетної і т.д. Тим самим, менш критичні до втрати дані передаються пізніше даних, які більш критичні до втрат. На DES-3200-26 підтримується 4 черги з пріоритетами від 0 до 7. Де 7 - максимальний, а 0 — мінімальний. За замовчуванням, дані, критичні до затримок і втрат, потрапляють саме в клас 7.

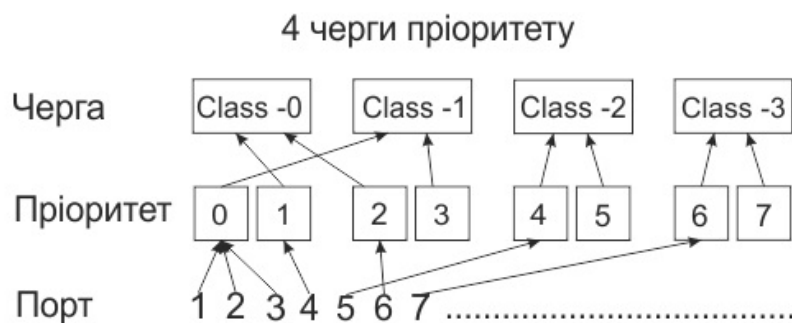


Рисунок 1 - Черги пріоритету

Обробка пріоритетів проводиться відповідно до одного з методів обробки трафіку, strict або weight fair.

При методі strict, кадри в чергах з високим пріоритетом обробляються першими. Тільки тоді, коли ці черги порожні, можуть бути оброблені кадри з більш низьким пріоритетом. Кадри з високим пріоритетом завжди отримують перевагу незалежно від кількості кадрів в інших чергах в буфері і часу, що пройшов з моменту передачі останнього кадру з низьким пріоритетом. За замовчуванням комутатор налаштований саме на цей режим, та виникає проблема, пакети в чергах з низьким пріоритетом можуть довго не оброблятися або ж при високому навантаженні взагалі не оброблятися.

Другий тип - weight fair — обробляється по-іншому. Тут вже застосовується так звана "вага" черги. "Вага" означає — скільки кадрів даного класу буде передано за один "прохід". Потім починається наступний прохід і т.д. Наприклад, якщо в черзі багато кадрів всіх класів, то при

настройках за умовчанням комутатор передасть вісім кадрів класу 3, чотири кадри класу 2, два кадри класу 1 і лише один кадр класу 0. При наступному проході ситуація повториться — кадри будуть передаватися в кількості, що дорівнює "вазі" цього класу.

Дослідивши методи обробки трафіку, їхні переваги і недоліки я вирішив вибрати для створеної мережі на основі комутаторів D-Link DES 3200-26 та D-Link DGS-3627G, DGS-3612G режим `weight fair` як найоптимальніший. Тим самим я виключив головний недолік режиму `strict`. Черги з мінімальним пріоритетом вже не страждають від переповнення, оскільки всім чергам надається частина пропускної здатності для передачі. Це досягається завданням максимального числа кадрів, які можна передати з даної черги пріоритетів, перед тим як перейти до наступної. Команда `config scheduling` використовується для настройки режиму, який скорочує всі 8 черг пріоритетів на комутаторі. Для кожного порту задається пріоритет, який буде враховуватися при обробці кадрів з цього порту в черзі на відправлення (вже з іншого порту). Вказівка пріоритету для порту призведе до того, що кадри, прийняті через цей порт, будуть мати зазначений пріоритет і потрапляти у відповідну чергу. Пріоритет за замовчуванням — 0. Тобто всі кадри з цього порту, у яких не встановлено поле CoS (Class of Service) будуть отримувати зазначений пріоритет, якщо поле CoS встановлено, то буде використовуватися саме його значення.

Налаштувати "габаритів" черг:

```
config scheduling 0 weight 1
```

```
config scheduling 1 weight 2
```

```
config scheduling 2 weight 4
```

```
config scheduling 3 weight 8
```

Далі задаю аксеси, якими під QoS маркується трафік, визначаю і налаштовую рівні: 7 — керування комутатором, як найпріоритетніший (ssh, telnet, snmp)+DHCP, 6 — службові пакети VoIP + IPTV, 3 — WEB, 0 — для всього іншого. 5, 4, 2 і 1 залишаю в резерві. Це забезпечує оптимальний рух пакетів даних по обладнанню.

### Висновок

Результатом дослідження стало підвищення продуктивності роботи мережевого обладнання, що дозволило мені покращити керування, а користувачам браузеринг. Клієнти стали швидше отримувати IP — адресу, а в піки критичного навантаження трафіком, нічого не заважає вільно керувати обладнанням і переглядати IPTV, плюс в той же час абонент матиме доступ до WEB інтерфейсу і не відчуватиме сильних затримок при користуванні інтернетом.

### Список використаних джерел

1. Технологии, применяемые при построении сетей на основе коммутаторов D-Link Базовый функционал [ftp://ftp.dlink.ru/pub/Trainings/Switch\\_D-Link\\_newest\\_Basic.pdf](ftp://ftp.dlink.ru/pub/Trainings/Switch_D-Link_newest_Basic.pdf).
2. Обзор управляемого коммутатора среднего уровня D-Link DES-3010G [http://article.techlabs.by/51\\_375\\_5.html](http://article.techlabs.by/51_375_5.html).
3. Кулаков Ю.А., Омелянский С.В. Компьютерные сети. Выбор, установка, использование и администрирование. - К.: Юниор, 1999. - 544с.
4. Болілий В.О., Котяк В.В. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник. - Кіровоград: ЦОП Авангард, 2008. - 146с.
5. Колисниченко Д.Н. Сделай сам компьютерную сеть. Монтаж, настройка, обслуживание.-Санкт-Петербург, 2004 .- 403с.

УДК 681.3

## ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ВУЗЛІВ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

Яцків Н.Г.<sup>1)</sup>, Мандзій В.А.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр

Безпроводні сенсорні мережі широко використовуються в системах контролю та моніторингу різних фізичних величин. У багатьох задачах необхідно знати точні координати безпроводного вузла, особливо актуальною є дана задача для мобільних вузлів [1]. Найпростішим варіантом вирішення даної задачі є встановлення у кожний вузол GPS модуля. Проте, дане рішення підвищує вартість системи та зменшує час роботи вузла від автономного живлення. Іншим підходом до вимірювання координат безпроводних вузлів є метод заснований на визначенні потужності прийнятого сигналу



(RSSI) та метод який базується на вимірюванні часу проходження сигналу між вузлами (TOF). Переваги та недоліки даних підходів наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика методів визначення координат вузлів безпроводних сенсорних мереж

Метод	Точність у відкритому середовищі	Точність у закритому середовищі	Шумова характеристика	Рівень енергоспоживання	Рівень вартості додаткового обладнання
GPS	5 м	-	добра	високий	високий
TOF	2 м	1 м	добра	середній	-
RSSI	6 м	1 м	середня	низький	-

В стандарті IEEE 802.15.4 на рівні API (Application Programming Interface) доступна індикація сили сигналу RSSI (Received-Signal Strength Indication). Тому використання RSSI для локалізації в безпроводних мережах на передавачах ZigBee не вимагає розробки спеціальних схемних рішень. Величина RSSI вимірюється в dBm, і визначається як [2]:

$$RSSI = -(10 \cdot n \cdot \log_{10}(d) - A) \quad (1)$$

де  $n$  - константа (для відкритого простору  $n < 2$ );  $d$  - відстань, м;  $A$  - потужність сигналу, dBm.

Теоретичні дослідження значення RSSI для модулів JN5148 фірми Jennic для закритого (Ряд1) та відкритого (Ряд2) простору представлені на рисунку 1а.

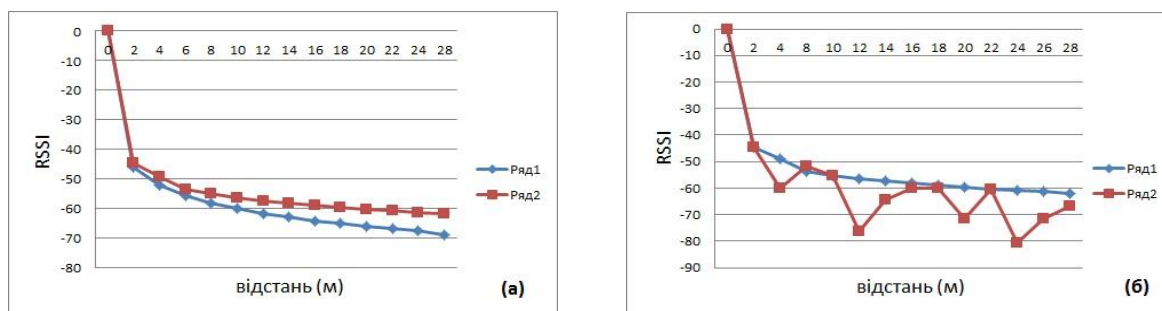


Рисунок 1 - Залежність величини RSS від відстані між джерелом і приймачем

На рисунку 1(б) показані залежності значення сигналу RSSI при постійному стані середовища (Ряд1) та при зміні стану середовища (Ряд2) між опорними та невідомими вузлами.

Точність методу RSSI в значній мірі залежить від розміщення вузлів, інших джерел випромінювання від конструкції антени та інших факторів. Отже, визначення координат вузлів на основу методу RSSI доцільно використовувати на невеликих відстанях ( 10 – 15 м) в залежності від потужності модулів.

#### Список використаних джерел

1. Еркін А. Расширение возможностей беспроводных сетей ZigBee: измерение координат узлов / А. Еркін // Беспроводные технологии. – 2011. №1. – с 12-14.
2. Поникар А. Исследование возможности локального позиционирования в беспроводных сетях IEEE 802.15.4 / А. Поникар, О. Евсеев, Г. Мансуров // Радиолокация и радиосвязь. – ИРЭ РАН. – 2010. – с 914-918.

УДК 521.43

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЦИФРОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗІ СКІНЧЕННОЮ ТА НЕСКІНЧЕННОЮ ІМПУЛЬСНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НА ПРОЦЕСОРАХ ЗАГАЛЬНОГО ТА СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Іванов Я.О.

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", студент*

#### Вступ

Цифрова фільтрація сигналів є однією з найпотужніших технологій, яка активно проникла в широке коло галузей науки і техніки. Системи цифрової фільтрації сигналів характеризуються високою гнучкістю, їх можна доповнювати новими програмами і перепрограмувати на виконання різних операцій без зміни обладнання. На сьогоднішній день фірми-виробники процесорів випускають новіші та більш швидкодіючі моделі. Але навіть в рамках одного типу ядра процесора моделі апаратних систем можуть відрізнятися за рахунок введення додаткових модулів процесора, що автоматично впливає на ефективність та вартість апаратного рішення. Окрім того, кожний алгоритм на кожному конкретному процесорі з урахуванням його архітектурних особливостей навіть для задач з однаковими властивостями може мати різні робочі характеристики. В свою чергу, правильно зроблений вибір процесора, який ефективно вирішує поставлену задачу, окрім підвищення продуктивності, може знизити собівартість обчислювальної системи. Таким чином, вибір алгоритму вирішення поставленої задачі і процесора, на якому даний алгоритм буде ефективно виконуватись, є одним із найважливіших етапів пошуку ефективного рішення задач цифрової фільтрації сигналів і є актуальною науково-практичною задачею.

#### Постановка задачі

Метою дослідження є підвищення ефективності процесу проектування і розробки обчислювальних систем на базі процесорів загального призначення, представниками яких є сімейства Intel Core та AMD Athlon, та спеціалізованих процесорів, до яких належать Freescale ColdFire та DSP.

#### Опис дослідження

Цифрова фільтрація сигналів полягає в застосуванні математичних формул до окремих відліків сигналу або до груп відліків різної довжини. Виконувати математичні операції можуть або імітувати роботу традиційних аналогових засобів обробки (мікшування двох сигналів, додавання, посилення або ослаблення сигналу, множення на константу, множення на функцію, модуляція та інші), або використовувати альтернативні методи, наприклад, розкладання сигналу в спектр (ряд Фур'є), фільтрацію окремих частотних складових, а потім зворотне "складання" сигналу із спектру.

В загальному випадку процес цифрової фільтрації можна представити у вигляді рівняння:

$$y(k) = \sum_{n=0}^N b_n x(k-n) - \sum_{m=1}^M a_m y(k-m) \quad (1)$$

де  $k = 0, 1, 2, \dots$  – порядковий номер відліку дискретизованого сигналу,  $x(k)$  – вхідний сигнал,  $y(k)$  – вихідний відфільтрований сигнал,  $a_m$  і  $b_n$  – дійсні або комплексні коефіцієнти.

Коли значення вихідних відліків відфільтрованого сигналу для будь-якого аргументу  $k$  визначаються лише значеннями вхідного сигналу, тобто коефіцієнт  $a_m = 0$  в рівнянні (1), такий фільтр називається нерекурсивним цифровим фільтром або фільтром з скінченною імпульсною характеристикою. Якщо ж значення вихідних відліків залежать від вхідного сигналу і попередніх значень вхідного сигналу, коефіцієнт  $a_m \neq 0$  в рівнянні (1), то такий фільтр називається рекурсивним цифровим фільтром або фільтром з нескінченною імпульсною характеристикою.

Для обробки застосовуються як універсальні процесори Intel Core, AMD Athlon, так і спеціалізовані цифрові сигнальні процесори Freescale DSP та Freescale ColdFire. Різниця між універсальним і спеціалізованим процесорами полягає в тому, що перший орієнтований на широкий клас задач та містить великий набір команд загального призначення, в якому переважають звичайні математичні і логічні операції. Спеціалізовані процесори орієнтовані на обробку сигналів і можуть

виконувати специфічні команди, наприклад, множення з накопиченням за один такт. Реалізація обробки звуку на універсальному процесорі вимагає високої швидкодії, в той час як спеціалізовані процесори потребують менше обчислювальних потужностей.

Тактова частота універсальних процесорів сімейств Intel Core та AMD Athlon на порядок більша за тактову частоту процесорів сімейства Freescale DSP та ColdFire (див. табл. 1) Процесори Intel Core мають багатоядерну архітектуру, що дозволяє розпаралелити виконання алгоритму нерекурсивної цифрової фільтрації. До складу спеціалізованого процесора Freescale DSP56311, крім основного процесорного ядра, входить покращений співпроцесор для фільтрації, який може виконувати алгоритми фільтрації паралельно з основним процесором. Процесор Freescale ColdFire MCF5249 не містить додатково співпроцесора, проте має більшу тактову частоту. При вирішенні задачі проектування системи фільтрації сигналів також необхідно враховувати характеристики процесорів, що досліджуються. Ці характеристики наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристики процесорів

Процесор	Intel Core i3-2100	AMD Athlon 3500+	Freescale DSP56311	Freescale ColdFire MCF5249
Характеристика				
Тактова частота	3.1 ГГц	2.2 ГГц	150 МГц	266 МГц
Вартість	122 \$	92 \$	26.84 \$	10.20 \$
Напруга живлення	0.65-1.4 В	1.25-1.5 В	1.8 В	1.5 В
Рівень тепловіддачі, що вимагає охолодження	65 Вт	89 Вт	-	-
Додаткове охолодження	+	+	-	-
Кількість ядер	2	1	1 + EFC	1

Цифрова фільтрація сигналів може виконуватись як у реальному часі, так і над попередньо записаним сигналом. Обробка сигналів у реальному часі вимагає високої швидкодії обчислювальної системи. У тих випадках, коли суміщення необхідної швидкодії і якості неможливе, то використовується спрощена обробка зі зниженою якістю. Обробка попередньо записаного сигналу ніяк не обмежена в часі, тому для неї можуть бути використані обчислювальні ресурси будь-якої потужності, а час обробки може досягати декількох хвилин і навіть годин.

### Висновки

Порівнюючи процесори загального призначення, такі як Intel Core та AMD Athlon, зі спеціалізованими процесорами, Freescale ColdFire і DSP, для задач цифрової фільтрації сигналів необхідно враховувати велику кількість показників. Процесори загального призначення мають на порядок більшу тактову частоту, проте процесори фірми Freescale містять спеціальні команди, такі, як множення з накопиченням, що виконуються за один такт. Процесор Freescale DSP містить у своєму складі додатковий покращений співпроцесор для фільтрації, що дозволяє розпаралелити або виконувати фільтрацію одночасно з основною програмою. Процесор Freescale ColdFire не містить додаткового співпроцесора, проте працює на більших тактових частотах. Окрім швидкості виконання заданого алгоритму на конкретному процесорі потрібно враховувати вартість процесора, потужність, яку він споживає, його розміри, тепловіддачу та інші показники.

### Список використаних джерел

1. М. С. Куприянов, Б. Д. Матюшкин. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 1999. – 592с., ил.
2. <http://www.freescale.com/>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Возна Н.Я.<sup>1)</sup>, Ключка О.М.<sup>2)</sup>, Марканич Н.І.<sup>3)</sup>  
 Тернопільський національний економічний університет  
<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2,3)</sup> студенти

## Вступ

Одним з найважливіших завдань розробки, впровадження та супроводження експлуатації інформаційної системи (ІС) є обґрунтування ефективності використання інформаційного, програмного та технічного забезпечення. При цьому оцінка ефективності використання ІС проводиться у декілька етапів.

На першому етапі показником ефективності використання інформаційної системи служить відносна трудомісткість процесу виконання і забезпечення виконання типових операцій при існуючих і раціональних технологіях роботи підприємства. На другому етапі оцінки ефективності необхідно визначити кількість типових операцій, які можна додатково виконати за одиницю часу відносно кількості виконуваних типових операцій при існуючих технологіях роботи та засобах автоматизації. Третій етап оцінки пов'язаний з визначенням терміну окупності витрат на розробку та експлуатацію ІС. Оцінка ефективності використання ІС має важливе значення при прийнятті рішення про вибір системного проекту.

Запропонований спосіб дозволяє визначити:

- як зміниться ефективність роботи основних підрозділів при перерозподілі функцій між підрозділами порівняно з існуючим варіантом розподілу функцій;
- скільки операцій додатково можна буде виконати при впровадженні нових раціональних технологій роботи;
- за скільки часу можна окупити вкладені кошти у розробку інформаційної системи, яка здійснює автоматизовану підтримку раціональних технологій роботи структурних підрозділів.

В той же час при реалізації проектів комп'ютерної системи на основі моделей руху даних оцінку ефективності необхідно здійснювати більш деталізовано, прив'язуючи їх до циклів руху даних, що й досліджується в даній статті.

## І. Формалізація опису циклів руху даних складних інформаційних систем

Матрична модель руху даних (рис.1) [1] визначається умовами та графом взаємодії об'єктів О1,...,О5 та документами Д1,...,Д5

Побудова моделі – циклу руху даних ґрунтується на опису всіх трафіків руху даних від джерел до пунктів затвердження та зберігання даних (рис.2).

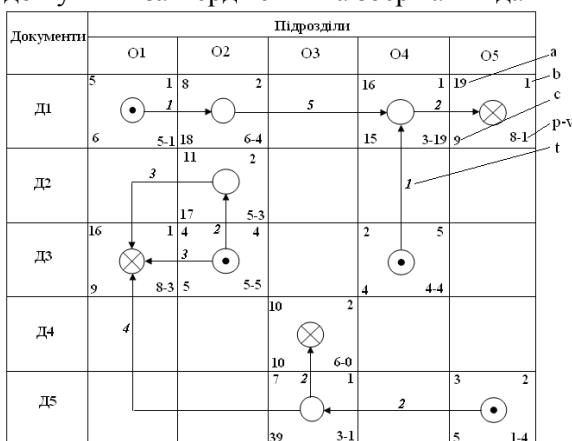


Рисунок 1 - Матрична модель руху даних

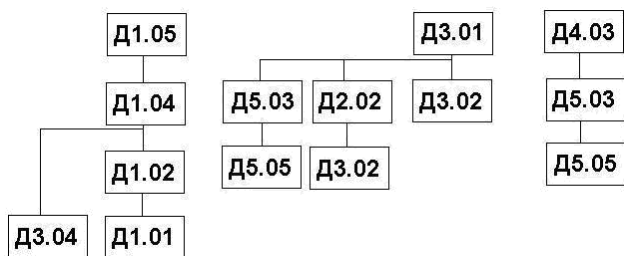


Рисунок 2 - Модель циклів руху даних

Кожен елемент матричної моделі руху даних має чотири часові і один комерційний атрибути: а – дата початку формування обробки, або затвердження документа, b – термін формування, обробки, або затвердження документа, с – тип документа, або операції над ним (згідно відповідного каталогу класифікації), t – час руху документа (переміщення з кабінету в кабінет, електричної телекомунікації по телетайпних каналах зв'язку, переміщення з оперативного файлу в архівний файл бази даних,

кур'єрська пошта, Internet та ін.), (P-V) – собівартість формування, обробки та затвердження документа, який включає вартість носія (папір, дискета, спеціальний державний бланк і т.д.), а також експлуатаційні витрати на комп'ютерну техніку, оплату персоналу та інших.

## II. Побудова сумарних: сигнальної, диференціальної та інтегральної епюр собівартості (ЕС) циклів руху даних

Шляхом сумування епюр собівартості, диференціальних та інтегральних епюр отримаємо сумарні епюри руху даних (рис.3-5)

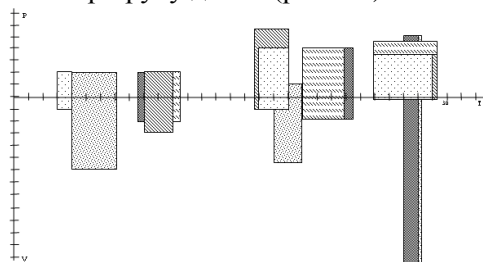


Рисунок 3 - Сумарна сигнальна ЕС

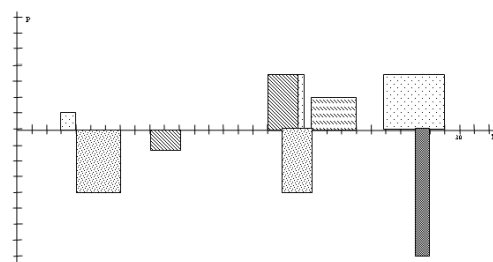


Рисунок 4 - Сумарна диференціальна ЕС

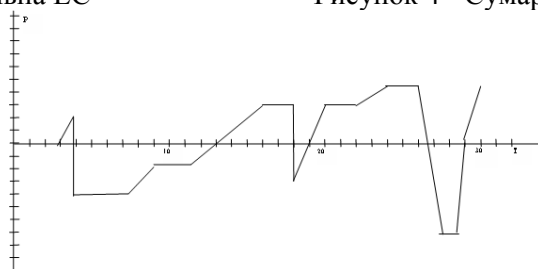


Рисунок 5 - Сумарна інтегральна епюра циклів руху даних.

## III. Глобальна характеристика ефективності інформаційної системи

Глобальна оцінка (рис 6) розраховується на основі обчислення вибіркового математичного сподівання характеристики сумарної інтегральної економічної епюри згідно формули [2]:

$$G = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n \int ec}{N},$$

де n – число часових інтервалів ковзної вибірки, N – загальне число часових інтервалів

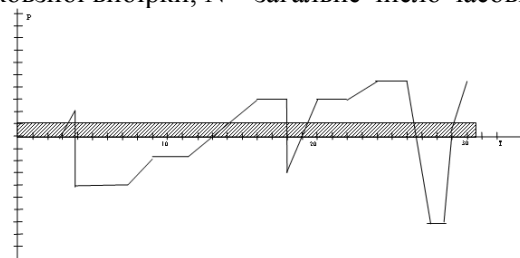


Рисунок 6 - Глобальна характеристика ефективності ІС

## Висновки

Запропонована інформаційна технологія дослідження ефективності складних інформаційних систем на основі епюр собівартості циклів руху даних дозволяє диференціювати та суттєво спростити розрахунок оцінки глобальної собівартості руху даних шляхом використання характеристик циклів руху даних. Аналіз характеристики інтегральної епюри собівартості, включаючи околиці точок максимуму та мінімуму, що відповідає максимальним прибуткам та максимальним збиткам, забезпечує вибір оптимального варіанту комп'ютерної мережі по критерію максимальних прибутків з врахуванням терміну формування, цифрової обробки та зберігання даних.

## Список використаних джерел

1. I.Pitukh, Y.Nykolaychuk, N.Vozna Principles of computer networks construction with deep paralleling of information flows on the basis of matrix models of data movement.- Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції TCSET'2004 Львів-Славське.- С 417-419.
2. Natalia Vozna Research of the distributed information systems efficiency on the basis of prime price diagrams of data movement cycles. - Матеріали Міжнародної конференції "Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії".- TCSET'2006.- Львів-Славсько.- С 700-701.

## КОНВЕЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ НА FPGA СУММАТОРОВ И УМНОЖИТЕЛЕЙ

Волошин Д.Н.<sup>1)</sup>, Зинченко Ю.Е.<sup>2)</sup>, Войтов Г.В.<sup>3)</sup>

Донецкий национальный технический университет

<sup>1)</sup> магистр; <sup>2)</sup> к.т.н., доцент; <sup>3)</sup> аспирант

### I. Постановка проблемы

Одним из перспективных направлений исследований является конвейеризация FPGA-проектов, что позволяет существенно повышать быстродействие по сравнению с традиционным проектированием [1]. Так как арифметические схемы занимают значительную часть среднестатистического вычислительного устройства, то построение быстродействующих структур таких схем играет ключевую роль [2-3].

### II. Цель работы

Целью работы является разработка и исследование конвейерных схем и методики проектирования сумматоров и умножителей, ориентированных на реализацию на FPGA.

### III. Реализация конвейерного сумматора и умножителя

Конвейерный сумматор строится путем добавления в классическую схему сумматора ступеней (уровней) синхронных триггерных элементов (FF) так, как показано на рис.1 (синхросигналы не показаны, но подразумеваются [4]).

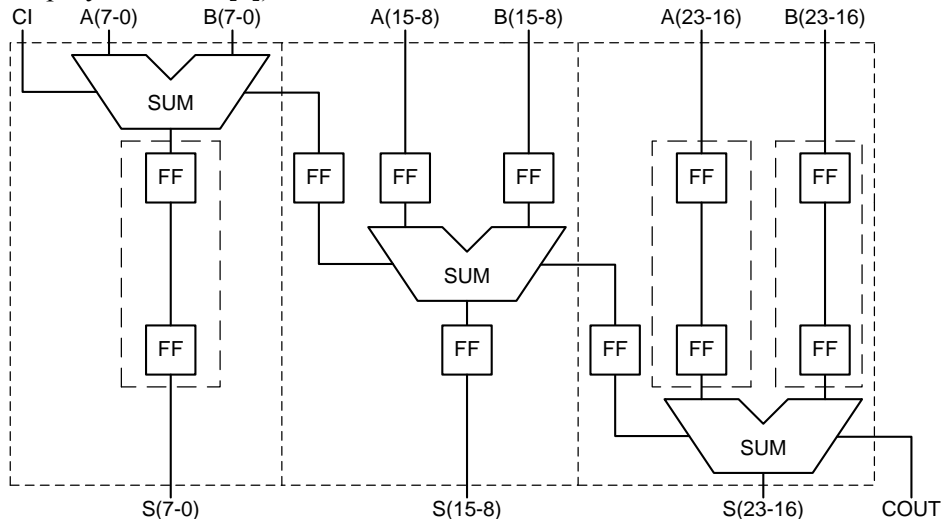


Рисунок 1 – Схема конвейерного сумматора

Так как матричный умножитель также строится на основе сумматоров [2], то его конвейерная модификация может быть построена по аналогичной схеме (см. рис. 2).

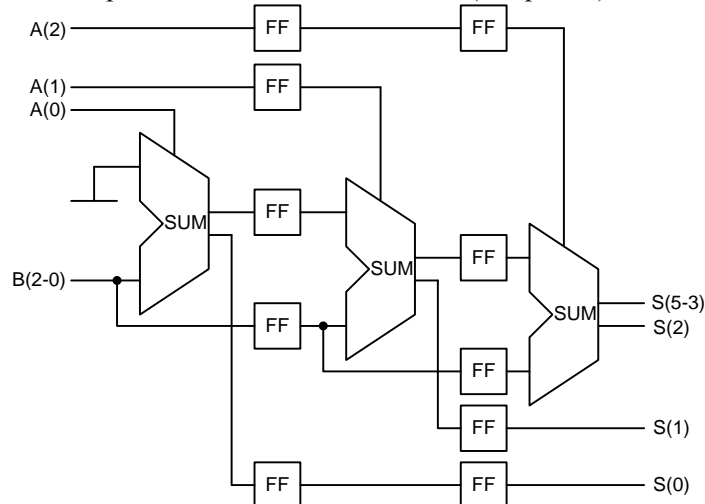


Рисунок 2 – Схема конвейерного умножителя

В таблицах 1 и 2 приведены сравнительные результаты реализации предложенных структур на FPGA семейства Virtex6 в среде Xilinx ISE 12.4 (www.xilinx.com) в зависимости от их разрядности и числа ступеней.

Таблица 1

Разрядность, n	Число ступеней, m	Комбинационный		Конвейерный	
		Затраты, LUTs	Задержка, ps	Затраты, LUTs	Задержка, ps
512	2	512	9189	513	5151
	4			1539	2975
	8			1799	1887
256	2	256	4837	257	2975
	4			771	1887
	8			903	1343
	16			975	1071
	32			1023	935

Таблица 2

Разрядность, n	Комбинационный		Конвейерный		Прирост аппаратных затрат
	Задержка, ps	Затраты, LUTs	Задержка, ps	Затраты, LUTs	
8	7755	64	935	90	41%
16	16144	256	1071	314	23%
32	32824	1024	1343	1146	12%

На основе анализа результатов синтеза можно сделать следующие выводы:

- быстродействие схемы при конвейеризации зависит от числа ступеней конвейера и соотношения быстродействия комбинационной и регистровой частей и стремиться к значению  $t/m$ , где  $t$  – время работы исходной схемы,  $m$  – число ступеней конвейера;
- прирост аппаратных затрат на реализацию конвейерного метода обработки от уровня к уровню зависит от соотношения затрат на реализацию комбинационной и регистровой частей и стремиться к нулю;
- конвейеризация операции суммирования требует значительно больших затрат запоминающих элементов и даёт меньший прирост по быстродействию по сравнению с конвейерным вариантом умножения;
- использование предложенных схем хотя и приводит к дополнительным аппаратным затратам, но обеспечивает повышение быстродействия операций суммирования и умножения в 2-3 раза.

### Выводы

В данной работе были предложены структуры конвейерных схем сумматоров и матричных умножителей. Проведенные исследования показали, что за счет использования дополнительных ресурсов FPGA может быть существенно повышено быстродействие арифметических устройств.

Предложенные в работе структур могут быть использованы при построении более сложных устройств кодирования, шифрования, аппаратной сортировки и архивации, цифровой обработки сигналов.

### Список использованных источников

1. Keshab K. Parhi. VLSI Digital Signal Processing Systems: Design and Implementation. John Wiley & Sons, 1999. ISBN: 0-471-24186-5. Chapter 2: Pipelining and Parallel Processing.
2. Alex Panato, Sandro Silva, Flavio Wagner, Marcelo Johan, Ricardo Reis, Sergio Bampi. Design of Very Deep Pipelined Multiplier for FPGAs. Proceedings of the conference on Design, automation and test in Europe - Volume 3. IEEE Computer Society Washington, DC, USA ©2004. ISBN:0-7695-2085-5.
3. Mathew Wojko. Pipelined Multipliers and FPGA Architecture. FPL '99 Proceedings of the 9th International Workshop on Field-Programmable Logic and Applications. Springer-Verlag London, UK ©1999. ISBN:3-540-66457-2.
4. Oswaldo Cadenas, Graham Megson. A clocking technique for FPGA pipelined designs. Journal of System Architecture 50 (2004) 687-696.

## ПРИСТРІЙ КОДУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В СИСТЕМІ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ

Гайовий А.В., Лісовий Ю.В.

Тернопільський національний економічний університет, магістри

З появою недорогих і якісних фотокамер значно зросли обсяги графічних даних, які необхідно обробляти, передавати та зберігати на цифрових носіях. Графічних даних характеризуються значними обсягами та чутливістю до затримки в системах відеоспостереження та технічного зору. Враховуючи вище сказане важливою задачею є розробка ефективних алгоритмів оброблення, кодування та передавання графічних даних. Оброблення графічних даних з використанням алгоритмів, які базуються на позиційних системах числення вимагає значних обчислювальних ресурсів і часу. Причина полягає в тому, що позиційні системи числення, в яких обробляють інформацію в сучасних цифрових пристроях, мають значний недолік – наявність міжрозрядних зв'язків.

До переваг системи залишкових класів (СЗК) необхідно віднести:

– незалежність утворення розрядів числа, завдяки чому кожний розряд несе інформацію про все початкове число. Звідси випливає незалежність розрядів числа один від одного і можливість їх незалежної паралельної обробки;

– мала розрядність залишків, які представляють число, що дає можливість для використання табличної арифметики.

Для підвищення ефективності обробки графічних даних та зменшення навантаження на основний процесор авторами розроблений апаратний пристрій кодування зображень в СЗК. Схема реалізована на основі методу безпосереднього додавання (рис.1) [1]. Двійковий код зображення, який підлягає перетворенню поступає на вхідний регістр з виходів якого поступає на схему керування. На схему управління поступають сигнали  $S_i$ , які відповідають вагам розрядів вхідного двійкового числа. С виходу схеми управління значення результатів поступають на шифратори  $CD_i$ , де відбувається двійкове кодування розрядів числа в СЗК. Перетворені значення залишків поступають на входи суматорів по відповідному модулю.

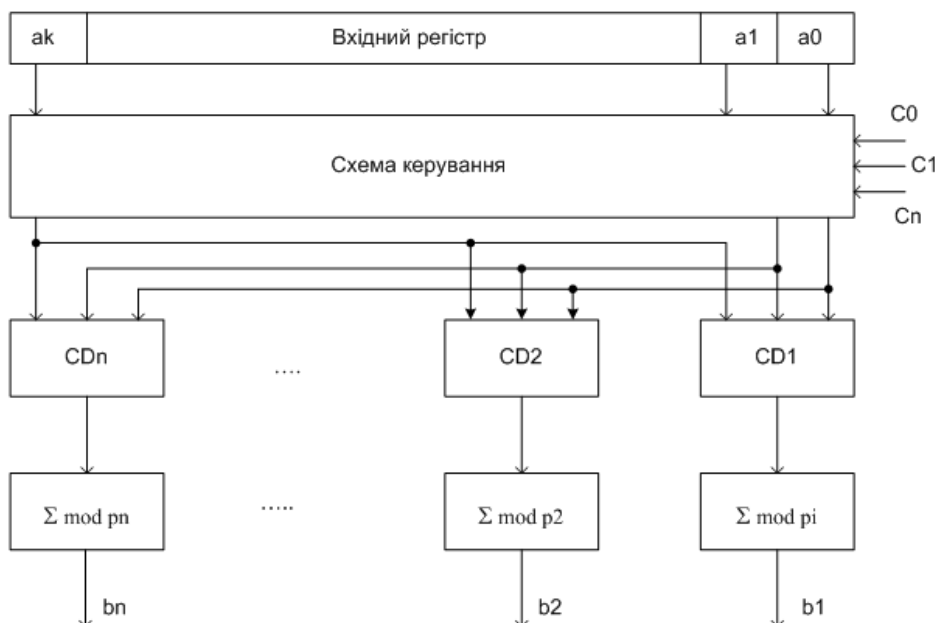


Рисунок 1 – Структурна схема перетворення n-розрядного двійкового коду в код СЗК

Пристрій реалізований на ПЛІС EPM240T100C5 серії MAX II фірми ALTERA, забезпечує високу швидкодію перетворення (16 – 32) розрядних двійкових кодів у код СЗК.

### Список використаних джерел

1. Червяков Н.И., Ряднов С.А., Сахнюк П.А., Шапошников А.В. Модулярные параллельные вычислительные структуры нейропроцессорных систем. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 288 с.



## ОСОБЛИВОСТІ ВЕРИФІКАЦІЇ СИСТЕМ-НА-КРИСТАЛІ НА БАЗІ FPGA

Горохов І.В.<sup>1)</sup>, Шерекін О.О.<sup>2)</sup>, Корченко О.О.<sup>3)</sup>, Зінченко Ю.Є.<sup>4)</sup>

Донецький національний технічний університет  
<sup>1,2)</sup> бакалавр; <sup>3)</sup> аспірант; <sup>4)</sup> к.т.н., доцент

### І. Постановка проблеми

Процес проектування цифрових пристроїв тісно пов'язаний з поняттям верифікації. Щоб уявити всю важливість верифікації досить сказати, що вона займає більше 60% від загального часу проектування [1]. Більшість існуючих методик проектування цифрових пристроїв передбачають верифікацію лише на етапі відлагодження готового виробу. При такій методиці до 70% помилок виникають на початкових етапах проектування і лише на етапі відлагодження вдається усунути приблизно 70% помилок [2]. Стає зрозумілим, що при проектуванні складних FPGA проектів, якими є системи-на-кристалі (СнК), існуючий підхід до верифікації є неприпустимим.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є аналіз сучасних методів верифікації цифрових пристроїв і СнК зокрема та розробка нової методології верифікації СнК, яка би враховувала особливості їх проектування та використовувала накопичений досвід з питань верифікації цифрових пристроїв.

### III. Розробка методології верифікації СнК на базі FPGA

Особливості проектування цифрових пристроїв на базі FPGA, зважаючи на автоматизацію етапів проектування в САПР, істотно знижують ціну помилки проектування. Проте важливим все ще залишається часовий фактор. Тому при проектуванні складних пристроїв, якими є СнК, необхідно враховувати важливість більш повного покриття верифікації на всіх етапах проектування із застосуванням існуючих методик та їх комбінацій. Це тягне за собою необхідність створення якісно нової методології верифікації СнК на базі FPGA, з урахуванням особливостей цільової платформи.

Розробка нової методології повинна вирішувати наступні проблеми:

- зменшення часу від початку проектування до виходу готового виробу на ринок;
- максимізація покриття верифікації проекту;
- виключення надмірності верифікації.

Засоби, за рахунок яких планується вирішення перерахованих проблем:

- правильний вибір методик верифікації і їх використання на всіх етапах проектування, на відміну від стандартного маршруту проектування FPGA-проектів на основі ПЛІС фірми Xilinx [3], де процедура верифікації має місце лише після етапу синтезу у вигляді функціонального моделювання пристрою без урахування верифікації вихідного опису;

- поєднання по можливості методик низхідної і крізної верифікації для забезпечення максимального покриття проекту;

- вживання технології граничного сканування для динамічної верифікації проекту на апаратному рівні шляхом підключення відповідних ядер;

В зв'язку з усіма переліченими вимогами пропонується для розгляду структура системи верифікації СнК на базі FPGA, яка наведена на рис.1.

Цю структуру можна розділити на декілька основних частин/етапів виконання верифікації.

1. Вибір HDL-редактора. Перш за все треба визначитися з редактором, в якому буде створена еталонна модель.

2. Формування бази даних тестів (БДТ). Тести, що будуть подаватися на еталонний пристрій та на пристрій, що розробляється, для того, щоб впевнитися в їх ідентичності.

3. Симуляція еталонного об'єкта. Подача розроблених тестів на відлагоджену модель. Результатом цього процесу є база еталонних тестових реакцій.

4. База еталонних тестових реакцій (БЕТР). З нею буде виконуватись порівняння результатів роботи об'єкта, що верифікується. Симулятор, база даних тестів та база еталонних тестових реакцій об'єднуються в один блок TBG – Test Bench Generator.

5. BSDL-надбудова. IP-ядра, що надаються розробниками FPGA, задля вбудови в снк потребують спеціальний апаратний додаток для отримання можливості доступу до внутрішніх сигналів проекту через порт JTAG. Ця технологія має назву периферійне сканування, або Boundary Scan.

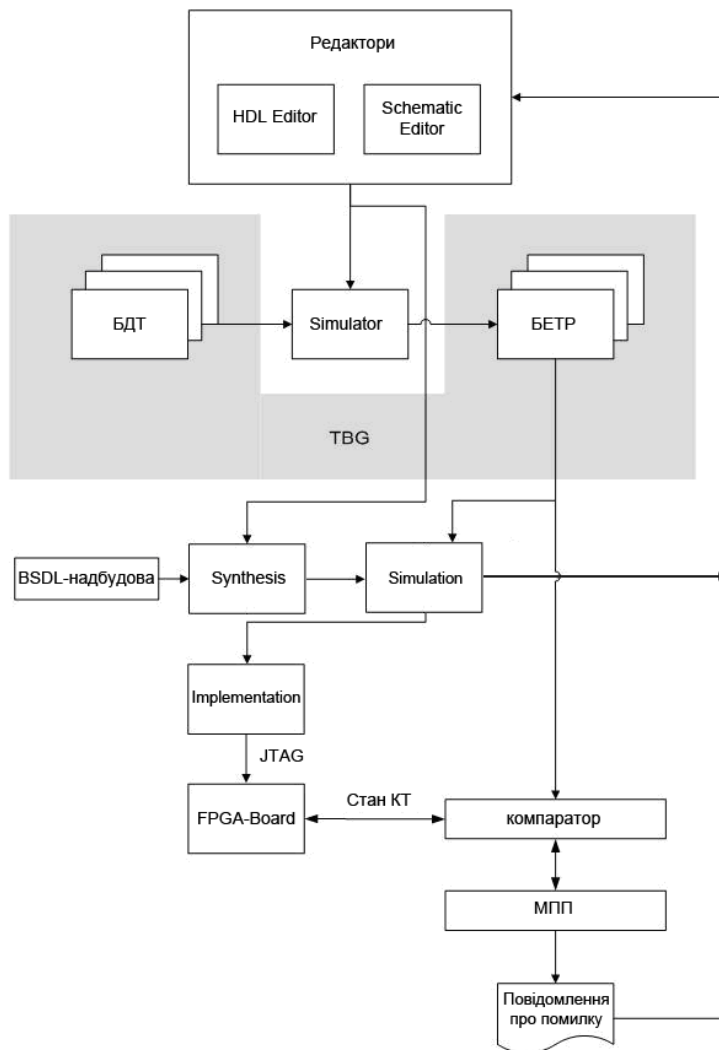


Рисунок 1 – Схема верифікації СнК на базі FPGA

6. Синтез та відлагодження отриманої моделі. Після виконання процесу синтезу САПР перетворює вихідну модель для подальшої прошивки в FPGA. Після такого перетворення завжди треба виконувати симуляцію та порівняння результатів з БЕТР. У випадку присутності помилок корегується вихідна HDL-модель.

7. Прошивка FPGA.

8. Подача тестів з БДТ та перевірка їх відповідності БЕТР. У якості пристрою для аналізу використовується компаратор, що розташований на комп'ютері проектувальника. При виявленні помилки робиться висновок, в якому саме елементі вперше з'явилася помилка або яку частину схеми треба перевірити додатково, щоб зробити такий висновок. Цим питанням займається модуль пошуку помилок, в яком реалізований той чи інший алгоритм верифікації.

### Висновок

Для вивчення існуючих рішень по вживанню методів верифікації на різних етапах проектування був проведений аналіз сучасних методів верифікації. Були виявлені переваги та недоліки кожного з методів, а також сфери їх можливого застосування.

З урахуванням виконаного аналізу була запропонована структура верифікації FPGA-проектів.

### Список використаних джерел

1. Немудров В., Мартин Г. Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие [текст] / В. Немудров, Г. Мартин – М.: Техносфера. – 2004. - 216 с.
2. Грушвицкий Р., Михайлов М. Проектирование в условиях временных ограничений: верификация проектов (1 часть) [Электронный ресурс] / Интернет ресурс. – Режим доступа: [www/URL: http://www.kit-e.ru/assets/files/pdf/2008\\_3\\_96.pdf](http://www.kit-e.ru/assets/files/pdf/2008_3_96.pdf). - Загол. з екрану.
3. Зотов В. Практический курс сквозного проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx (часть 2) [Электронный ресурс] / Интернет ресурс. – Режим доступа: [www/URL: http://www.soel.ru/cms/f/?/347292.pdf](http://www.soel.ru/cms/f/?/347292.pdf). - Загол. з екрану.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ БАГАТОРІВНЕВИХ ПСЕВДОВИПАДКОВИХ СИГНАЛІВ

Демчук В.В., Трофимюк Р.М.

Тернопільський національний економічний університет, магістри

Останнім часом значного поширення та розвитку набули телекомунікаційні системи на базі шумоподібних сигналів. Вони широко використовуються практично в усіх сучасних засобах радіозв'язку (GSM, CDMA, WiFi), системах супутникової навігації (GPS, ГЛОНАСС, Galileo), а також в безпроводних сенсорних мережах (ZigBee, та інші.). В даних системах використовуються часто використовуються коди Баркера, М-сигнали та інші., проте актуальним є підвищення: завадозахищеності та швидкості передавання інформації, а тому пошук та дослідження нових типів шумоподібних сигналів є актуальною та перспективною науковою задачею.

В статтях [1,2] показано, що перспективним напрямком галузі завадостійкого передавання інформації є використання в якості ШПС М-последовності з основою  $p > 2$ . Це дозволяє підвищити імовірність правильного розпізнавання сильно зашумлених сигналів, та збільшити степінь захисту інформації.

Розглянемо багаторівневі М-последовності на прикладі полів Галуа. Поле - це множина не менше ніж з двох елементів, над якими задана пара бінарних операцій, званих "додаванням" і "множенням" і володіючих тією властивістю, що для них існують зворотні операції: віднімання і ділення (окрім ділення на нуль), причому множення дистрибутивне щодо додавання.

В даному випадку нас цікавлять поля  $\mathbb{F}_q$  Галуа (E.Galois, 1811-1832) [3], що містять кінцеве число елементів  $K = \{ 0, 1, 2, \dots, q - 1 \}$ . Проте не для будь-якого числа елементів можна підібрати такі операції, що система  $\{ K; +, \cdot \}$  є полем. Кінцеві поля позначаються  $GF(p^r)$ , та існують лише порядку (з числом елементів)  $p^r$ , де  $p$  - просте число (характеристика поля),  $r$  — натуральне число (розмірність поля). При  $r = 1$  маємо просте поле  $GF(p)$  з розглянутими вище модулярними операціями додавання і множення. Якщо ж  $p$  - складове число, то система  $\{K; +, \cdot\}$ , де додавання і множення — модулярні операції, не є полем: ця система утворює так зване кільце, в якому ділення навіть на ненульовий елемент можливо не завжди.

В будь-якому полі множина  $K$  всіх елементів утворює по операції складання циклічну (адитивну) групу; аналогічно множина  $K \setminus \{0\}$  ненульових елементів утворює по операції множення циклічну (мультиплікативну) групу. Поле  $GF(p^r)$  називається розширенням поля  $GF(p)$ .

Генерація елементів поля  $GF(p^r)$ . Кінцеві поля  $GF(p^r)$  порядку  $p^r$ , де характеристика  $p$  — просте число, а розмірність  $r$  — натуральне число, породжуються за допомогою непривідних поліномів ступені  $r$ . Особливо зручно використовувати примітивні поліноми  $\pi(x)$ ; в цьому випадку просте поле  $GF(p)$  може бути розширено до поля  $GF(p^r)$  за рахунок приєднання кореня  $\alpha$  полінома  $\pi(x)$ , тобто за допомогою порівнянь по двох модулях  $p$  і  $\pi(x)$ . З різних варіантів перевага була віддана поліномам  $\pi(x)$  з мінімальним числом ненульових коефіцієнтів, а при рівності цього числа - поліномам, що мають ненульові коефіцієнти при менших степенях змінної  $x$ . Наприклад, для  $p = 2$  з двох примітивних поліномів, що не приводяться, третього ступеня  $\pi(x) = x^3 + x^2 + 1$  і  $\pi(x) = x^3 + x + 1$  вибирається останній.

Алгоритм послідовного утворення елементів розширеного поля  $GF(2^r)$  полягає в наступному:

- 1) корінь  $\alpha$  полінома  $\pi(x)$  вибрати як примітивний елемент поля, тобто прийняти  $\pi(x) = 0$ , звідки слідує  $x^r = f(x)$ ;
- 2) елементи поля  $N \in \{ 0, 1, 2, \dots, (r - 1), r \}$  зіставити із степенями  $\alpha^{N - 1}$  і двійковими комбінаціями з  $r$  компонент;
- 3) елементи поля  $N \in \{ (r + 1), (r + 2) \dots (2^r - 1) \}$  отримати один за одним шляхом зсуву вліво попередній комбінації для  $N-1$ .

Заміна бінарних лінійних рекурентних последовностей максимальної довжини (М-последовностей) на багаторівневі последовності з основою  $p > 2$ , де  $p$  — просте число, дозволяє вирішити задачу збільшення ансамблю кодуєчих сигналів в багатокористувацьких асинхронних системах та системах криптографічної обробки інформації [7]. Для визначення характеристик систем кодування інформації із багаторівневими кодуєчими М-последовностями необхідний аналіз структурних та кореляційних властивостей М-последовностей з основою  $p > 2$ . На рис.1, рис.2 наведено графіки автокореляційної функції з основою 5 та 11 відповідно.

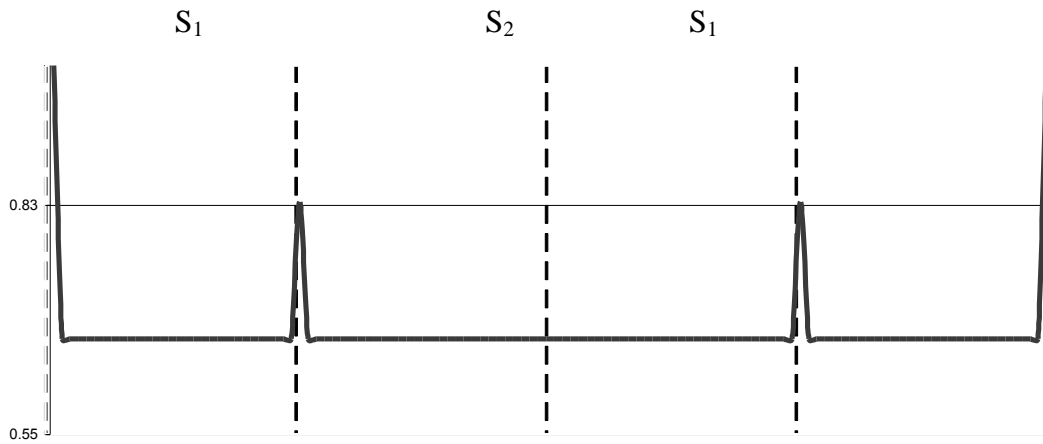


Рисунок 1 - Графік автокореляційної функції для полінома з основою 5

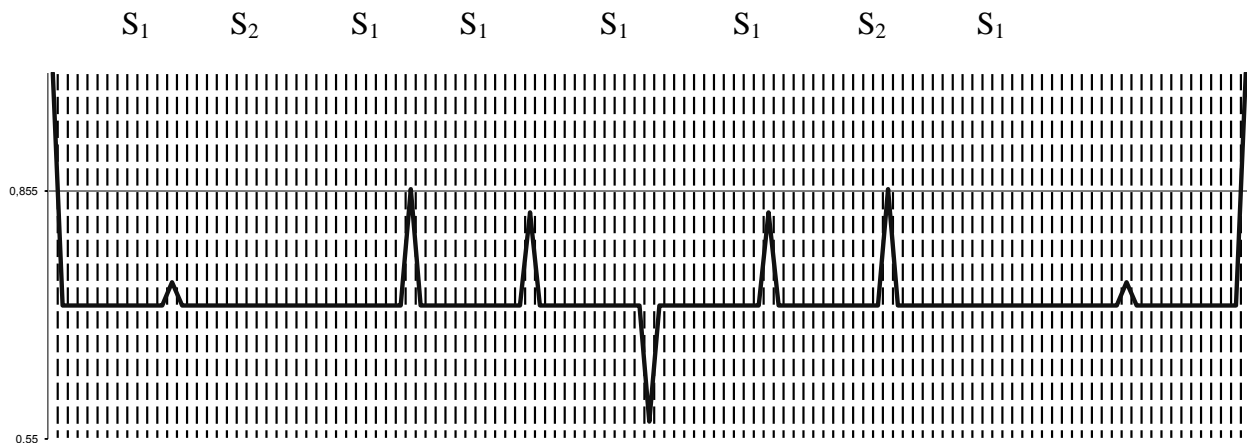


Рисунок 2 - Графік автокореляційної функції для полінома з основою 11

Графіки функцій автокореляції для  $M$ -послідовностей з основами  $p = 5$  та  $p = 11$ , відрізняються від автокореляційних функцій бінарних  $M$ -послідовностей двома факторами:

- 1) базовий рівень  $B$  функцій автокореляції багаторівневих  $M$ -послідовностей перевищує значення  $0,5$ , характерне для автокореляційних функцій бінарних  $M$ -послідовностей;
- 2) в автокореляційних функціях багаторівневих  $M$ -послідовностей з'являються бокові додатні та від'ємні пелюстки, амплітуди яких є відповідно більшими та меншими за базовий рівень.

Проте застосування розглянутих  $M$ -послідовностей з основою  $p > 2$  для завадостійкого кодування має недолік – потрібно використовувати канал зв'язку з широкою смугою пропускання, тому в деяких випадках може бути недоцільним застосування такої системи передавання, оскільки, якщо наприклад в якості каналу зв'язку використовується провідна лінія, то широкопasmовою лінія вимагає значних економічних затрат.

#### Список використаних джерел

1. В.М.Галів, С.М. Іщераков, Т.П.Каюк Властивість серій для багаторівневих  $M$ -послідовностей // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: Зб.наукових праць:-Хмельницький : ТУП. – 2002. – Т.1,№ 9.- С154-156.
2. В.М.Галів, С.М. Іщераков, Т.П.Каюк Структурні властивості багаторівневих  $M$ -послідовностей. // Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в науці, економіці та освіті: Зб. наукових праць:- Черкаси: Брама ІСУЕП, 2003.
3. Муттер В.М. Основы помехоустойчивой телепередачи информации. – Л.: Энергоатомиздат. 1990. – 282с.

## МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ СПОЖИВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРІВ

Довбенко Р.В.<sup>1)</sup>, Кочан В.В.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*  
1) магістр; 2) к.т.н., доцент

### I. Постановка проблеми

Вбудовані комп'ютерні системи з автономним живленням широко розповсюджені у ряді галузей. Однією з актуальних задач їх розробки є збільшення часу роботи без відновлення заряду акумуляторів. Існують три основні шляхи вирішення цієї задачі: (i) збільшення енергоємності джерел живлення; (ii) вдосконалення технології виготовлення мікросхем; (iii) оптимізація програмного забезпечення (ПЗ) за енергоспоживанням. Перші два шляхи вимагають фундаментальних досліджень, а третій – лише побудови достатньо точних математичних моделей споживання компонентів систем і розробки ПЗ, яке оцінює затрати енергії на виконання ПЗ користувача. Для побудови моделей потрібне обладнання, яке дозволяє виміряти енергоспоживання окремих команд. Відомі дослідження базувалися на вимірюванні або середньої або миттєвої потужності споживання мікропроцесора, але останні мали велику методичну похибку, тому похибка моделей сягала 7-10%. В [1] запропоновано метод вимірювання миттєвої потужності споживання мікропроцесора, що забезпечує високу точність вимірювання і роботу мікропроцесора в штатному режимі, однак вимірювання на частотах роботи мікропроцесорів для вбудованих систем можуть мати методичні похибки невідомого походження, тому доцільно порівнювати результати їх вимірів із результатами вимірів іншими методами.

### II. Мета роботи

Метою роботи є створення методу та засобу вимірювання середньої потужності споживання мікропроцесорів з високою точністю, апаратне забезпечення якого максимально наближене до [1] для того, щоби порівнювати результати вимірювання без додаткових перерахунків і корекції похибок.

### III. Метод вимірювання середньої потужності споживання мікропроцесорів

Основна ідея запропонованого методу полягає в тому, що, якщо живити досліджуваний мікропроцесор від регульованого джерела струму (як це зроблено в [1]), то можна так встановити струм джерела, що сумарні відхилення напруги живлення мікропроцесора від номінальної за час дослідження будуть рівні нулю. Відповідним підбором ємності конденсатора в колі живлення мікропроцесора можна добитися, що максимальні відхилення напруги живлення мікропроцесора будуть відносно малі (не більше 0,5-1%). Тоді можна спростити аналогову схему вимірювання середньої потужності та використати для її побудови метод двохтактного інтегрування – один з найточніших методів аналого-цифрового перетворення.

В пропонованому методі досліджуваний мікропроцесор живиться від джерела регульованого струму  $I_{REF}$ , аналогічно як і в [1]. Тому, згідно першого закону Кірхгофа, можна записати

$$I_{REF} = I_{MK} \pm I_C + I_R = I_{MK} \pm \frac{\Delta U_C \cdot C}{\Delta t} + I_R, \quad (1)$$

де  $I_{MK}$  – струм живлення мікропроцесора;  $I_C$  – струм заряду-розряду конденсатора в колі живлення мікропроцесора;  $\pm$  – полярність струму при заряді-розряді конденсатора  $C$ , плюс при заряді, мінус – при розряді;  $\Delta U_C$  – зміна напруги на конденсаторі, фіксується першим каналом цифрового осцилографа;  $\Delta t$  – час заряду або розряду;  $C$  – ємність конденсатора;  $I_R$  – струм через резистор  $R$ .

Відповідно до (1) середня потужність споживання мікропроцесора  $P_{MK}$  за час  $T$  становить

$$P_{MK} = \int_0^T I_{REF} U_i dt - \int_0^T I_R U_i dt - \int_0^T I_C \cdot U_i dt = \int_0^T I_{REF} U_i dt - \int_0^T \frac{U_{O2i} - U_{O1i}}{R} U_i dt - \int_0^T \frac{C}{T} \Delta U_{Ci} \cdot U_i dt, \quad (2)$$

де  $U_i$  – поточна напруга на мікропроцесорі;  $U_{O1i}$ ,  $U_{O2i}$  – поточні результати вимірювання напруги першим і другим каналом цифрового осцилографа;  $\Delta U_{Ci}$  – поточні зміни напруги конденсатора (з врахуванням знаку).

Обчислення (2) на основі поточних значень  $U_i$  недоцільні – вони ведуть до дублювання методу [1] і повторення його методичних похибок. Однак аналогова система вимірювання згідно (2) буде складною і матиме значні інструментальні похибки. Відповідно до основної ідеї пропонованого методу приведемо з допомогою системи автоматичного регулювання до нуля відхилення  $U_i$  від напруги  $U_{REF}$  опорного джерела, тобто  $\int_0^T (U_i - U_{REF}) dt \rightarrow 0$ , тоді (2) можна переписати як

$$P_{MK} = U_{REF} \int_0^T I_{REF} dt - U_{REF} \int_0^T \frac{U_{O2i} - U_{O1i}}{R} dt - U_{REF} \frac{C}{T} \int_0^T \Delta U_{Ci} dt \quad (3)$$

Однак, якщо  $\int_0^T (U_i - U_{REF}) dt \rightarrow 0$ , то і  $\int_0^T \Delta U_{Ci} dt \rightarrow 0$ , бо  $\Delta U_{Ci} = U_i - U_{i+1}$ . Тоді (3) стане

$$P_{MK} = U_{REF} \left( \int_0^T I_{REF} dt - \int_0^T \frac{U_{O2i} - U_{O1i}}{R} dt \right) = U_{REF} \left( \int_0^T \left( I_{REF} - \frac{U_{O2i} - U_{O1i}}{R} \right) dt \right) \quad (4)$$

що достатньо легко можна реалізувати на основі двохтактного інтегрування. Слід відзначити, що рівність (4), через прирівнювання  $U_i$  до  $U_{REF}$ , містить методичну похибку, однак за рахунок відповідного вибору ємності конденсатора  $C$  цю похибку можна зробити достатньо малою.

#### IV. Структурна схема вимірювання середньої потужності споживання мікропроцесорів

Структурна схема представлена на рис. 1. Позначення на схемі відповідають позначенням у формулах (1) ... (4). Система автоматичного регулювання служить для зведення до нуля відхилення  $U_i$  від  $U_{REF}$ . Через можливість самозбудження при поточному регулюванні ця система працює циклічно, тобто змінює  $I_{REF}$  лише в проміжку між циклами вимірювання та дає дозвіл на роботу вимірювальної системи тільки тоді, коли середнє відхилення  $U_i$  від  $U_{REF}$  не перевищує заданого. Вимірювальна система працює згідно (4).

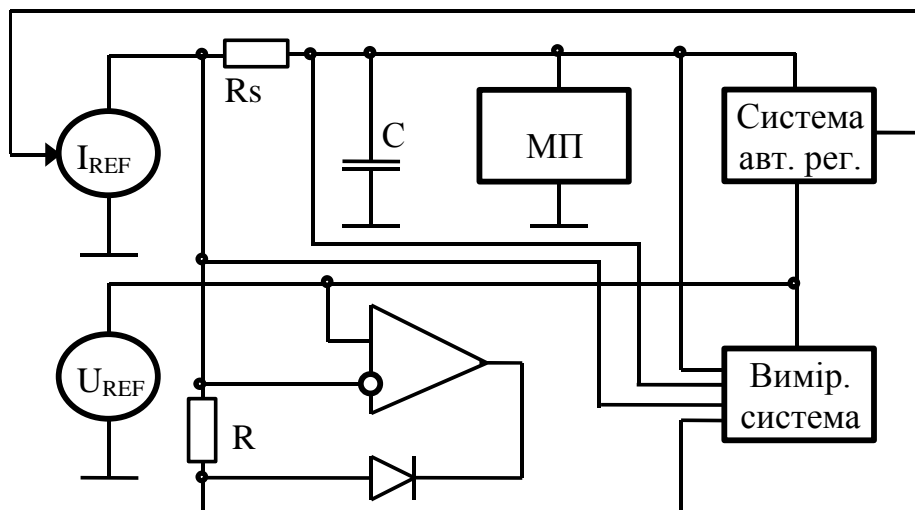


Рисунок 1 - Структурна схема вимірювання середньої потужності споживання мікропроцесорів

#### Висновок

У роботі запропоновано і досліджено метод вимірювання середньої потужності споживання мікропроцесорів, який, через близькість його схеми до схеми запропонованої в [1], дозволяє порівняти енергію виконання програми за результатами вимірювання середньої потужності споживання мікропроцесора з енергією, обчисленою за миттєвим струмом споживання згідно [1].

#### Список використаних джерел

1. Патент 90922 України, МПК7 G05F 5/00, G01K 17/00. Пристрій вимірювання енергії імпульсних споживачів [Текст] / Боровий А. М., Майків І. М., Кочан Р. В., Домбровський З. І., Кочан В. В.; заявник і патентовласник Боровий А. М., Майків І. М., Кочан Р. В., Домбровський З. І., Кочан В. В. — № а2008 06325; заявл. 13.05.08; опубл. 10.06.10. Бюл. №11. — 4 с.: іл.

## МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРИСТРОЮ ГЛОБАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЇ

Кипибіда Д.Д.

Тернопільський національний економічний університет, студент

### I. Постановка проблеми

Підвищення точності пристроїв глобальної навігації є актуальною науково-технічною задачею і вимагає розробки нових методів та засобів

### II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка методу підвищення точності пристроїв глобальної навігації мобільних абонентів системи моніторингу автотранспорту.

### III. Особливості методів підвищення точності

На практиці звичайні GPS приймачі забезпечують точність визначення координат від 5 до 35м, в залежності від кількості видимих приймачів та їх розміщення.

На точність визначення координат пристрою впливають такі фактори:

- повторний прийом відбитого сигналу,
- кількість супутників та їх розміщення відносно один одного,
- вплив джерел сильних радіо-завад.

Для покращення визначення координат використовується диференціальна GPS – DGPS, що дозволяє збільшити точність навіть звичайних GPS- приймачів до 4м, а деяких випадках 1м. У системі DGPS- використовуються спеціально встановлені приймачі, що дозволяють визначати корекцію для супутникових сигналів. Цей сигнал передається приймачу на більш низькій частоті. Так наприклад берегова служба США передає GPS-корекцію через морські радіобуї. Сигнали диференціальної корекції від радіомаяків передаються на середніх частотах (283,5-325 кГц). Радіосигнали на цих частотах схильні відображенню від земної поверхні. Тому горбиста і гірська місцевість зазвичай не впливає на прийом сигналу. Проте в глибоких каньйонах далеко від радіомаяка, де радіосигнали традиційно слабкі, прийом сигналу корекції може значно погіршитись.

Платні DGPS-служби працюють в УКВ діапазоні чи передають дані через супутники. Для використання DGPS необхідний спеціальний приймач і вартість таких пристроїв близько \$ 10тис і, звичайно, недоступні для побутового користувача.

Запропонований метод використовує метод триангуляції, що застосовується для визначення положення об'єкта, на основі відстані до 2х або більше вже відомих фіксованих точок. Оскільки для коректної роботи триангуляційних алгоритмів необхідно фіксовані точки, то в нашому випадку це мобільні абоненти з визначеними GPS координатами в певний момент часу (Рис.1).

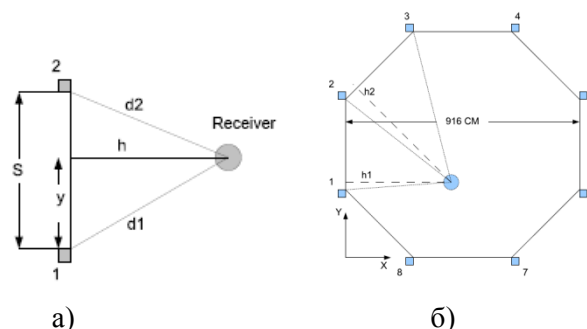


Рисунок 1 – Принцип методу триангуляції (а-для двох фіксованих точок, б-для багатьох фіксованих точок)

Для початку визначаємо периметр трикутника утвореного точками 1 та 2 та приймачем.

$$Sp = \frac{S + d1 + d2}{2}$$

Звідси, за формулою Герона, площа трикутника:

$$Area = \sqrt{Sp \cdot (Sp - S) \cdot (Sp - d1) \cdot (Sp - d2)}$$

Відповідно, висота трикутника:

$$h = \frac{Area}{S / 2}$$

Якщо лінія між точкою 1 та 2 знаходиться в позиції  $x = 0$ , то  $h$  буде позицією  $x$  приймача, звідси координата  $y$ :

$$y = \sqrt{d1^2 - h^2}$$

Для синхронізації часу між базовими станціями і приймачем використовується GPS. На рис. 2 показані тимчасові лінії для однієї передачі даних.

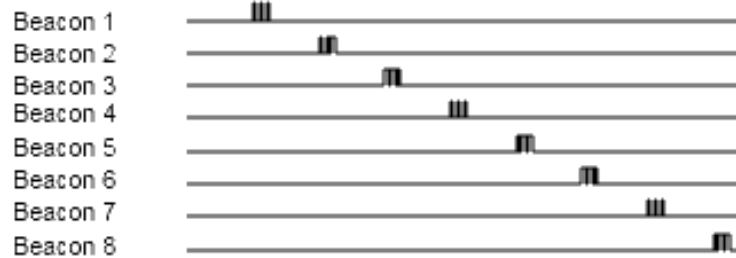


Рисунок 2 - Приклад передачі пакетів даних з чітко визначеними фазами.

Так, як передавач синхронізується з умовно базовими станціями через точний час отриманий з GPS системи, він може вимірювати точний час передачі сигналу, що дозволяє отримати додаткові дані для підвищення точності пристрою глобальної навігації.

Структурна схема пристрою мобільного абонента представлено на рисунку 3.

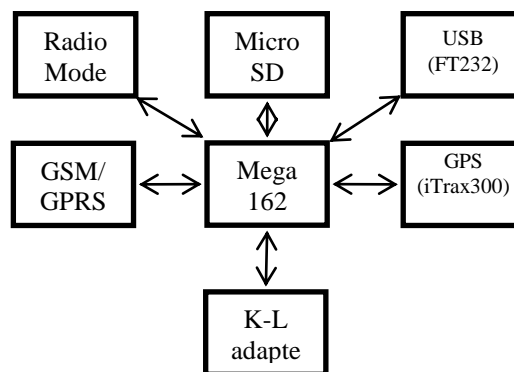


Рисунок 3 - Структурна схема базового пристрою глобальної навігації мобільного абонента

### Висновок

У роботі досліджено задачу підвищення точності пристрою глобальної навігації, за допомогою методу триангуляції для умовно фіксованих точок, даний метод не вимагає використання платних сервісів DGPS і реалізований на базовому обладнанні систем моніторингу транспорту.

### Список використаних джерел

1. Gerkey, B., Vaughan, R., and Howard, A.. The player/stage project: Tools for multi-robot and distributed sensor systems. Proceedings of the International Conference on Advanced Robotics, 2003, pages 317–323.
2. Hereford, J. M., Siebold, M., and Nichols, S.. Using the particle swarm optimization algorithm for robotic search applications. Proceedings of the 2007 IEEE Swarm Intelligence Symposium (SIS 2007), pages 53–59.
3. Where are you? In Sahin, E., Spears, W. M., and Winfield, A. F. T., (Eds.), Second International Workshop on Swarm Robotics at SAB 2006, volume 4433, pages 129–143, Berlin, Germany. Springer Verlag.
4. Winfield, A. and Holland, O.. The application of wireless local area network technology to the control of mobile robots. Journal of Microprocessors and Microsystems, 23/10, 2000 597–607.



## ДИАГНОСТИКА АНАЛОГОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ НА БАЗЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Коваленко И.А.<sup>1)</sup>, Ковалев А.М.<sup>2)</sup>, Лобанов Е.В.<sup>3)</sup>, Зинченко Ю.С.<sup>4)</sup>, Ханаев В.В.<sup>5)</sup>

*Донецкий национальный технический университет  
1-3) бакалавры; 4) к.т.н., доцент; 5) ассистент*

### I. Постановка проблемы

Современные аналоговые и цифровые устройства, построенные на базе интегральных схем (ИС), характеризуются высокой сложностью и технологичностью, маленькими размерами и, следовательно, высокой стоимостью. В связи с уменьшением размеров устройств различные элементы и участки электрических цепей становятся все более чувствительными к различным отклонениям параметров, заложенным еще на стадии производства. Таким образом, возникает целый ряд проблем одного характера, как то: тестирование и диагностика произведенных схем, прогнозирование отказов в их работе, внедрение участков, способных к самоконтролю и самопроверке, а также снижение затрат на тестирование.

### II. Цель работы

Целью данной работы является выбор и анализ инструментальной базы, которая позволила бы усовершенствовать модель тестирования (тестовые неточности, зоны покрытия и алгоритмы), быстро и точно обнаруживать и изолировать неисправности в электрических цепях, сократить количество работоспособных устройств, признанных негодными, а также снизить материальные затраты при производстве интегральных схем. Также в статье рассматривается стратегия тестирования, которая отталкивается от использования генератора псевдослучайного белого шума Гаусса в качестве генератора тестовых шаблонов (последовательностей).

### III. Стратегия тестирования

В данный момент используется множество методик и устройств после производственной диагностики. Однако существует очевидная необходимость снижения стоимости и увеличения эффективности тестирования систем на кристалле на этапе проектирования и производства. Для этого может использоваться так называемая техника встроенного самоконтроля (ТВСК). В большинстве случаев ТВСК основана на оптимизации тестовых моделей на различных уровнях [1]. Некоторые другие методики предлагают использование способности распознавания образов искусственными нейронными сетями с целью диагностики неисправностей, мониторинг токов утечки и тестирование аналоговых и аналого-цифровых устройств путем контроля источника питания. Все они обладают своими преимуществами и недостатками.

В данной статье рассматривается использование генератора белого шума с целью сравнения реакций тестируемого устройства с эталонной моделью. Эталонная модель реализуется в виде многоуровневой искусственной нейронной сети, обученной при помощи алгоритма обратного распространения ошибки (АРО) [2]. Данная методика основана на возбуждении тестируемого устройства белым шумом и последующим измерением кратковременных ответных сигналов на выходных ножках схемы.

Преимущество использования псевдослучайного шума заключается в том, что тестирование производится через главные входы и выходы схемы. Это позволяет снизить количество проверяемых и эталонных цепей и участков и, таким образом, сократить структуру тестируемой модели.

Одновременно с этим возникает и ряд недостатков предлагаемой стратегии. Один из них связан с обучением нейронной сети при помощи алгоритма ОРО и характеризуется значительными затратами времени на обучение. При этом остается риск неполного или частичного обучения сети, что является неприемлемым.

Рисунок 1 упрощенно отображает предлагаемую систему диагностики неисправностей аналоговых ИС, использующую моделируемое обнаружение ошибок с последующим их изолированием.



Рисунок 1 – Стратегия тестирования

Процедуру предлагаемой стратегии тестирования можно разделить на три стадии:

- 1 Генерация сигнатур
- 2 Генерация прогнозных ошибок (ошибочных сигналов, сигнатур, остатков)
- 3 Обнаружение и изолирование неисправностей

Другим недостатком выступает неуверенность в том, что эталонная модель является неработоспособной или, что еще хуже, частично работоспособной. В связи с этим могут возникнуть дополнительные проблемы при отладке и тестировании схем, которые будут характеризоваться дополнительными затратами времени и средств.

### Вывод

Современное проектирование интегральных микросхем требует разработки, а также совершенствования методов диагностики. Каждая из ныне существующих техник обладает набором преимуществ и недостатков. Одной из главных задач тестирования является соблюдение баланса между эффективностью используемых методик и затратами (средств, времени), а также определение правильности полученных результатов.

### Список использованных источников

1. Prithviraj Kabisatpathy, Alok Barua, and Satyabroto Sinha. Fault detection and diagnosis in analog integrated circuits using artificial neural network in a pseudorandom testing scheme.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. – 1104с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ЛІЧИЛЬНИКІВ ТА ГЕНЕРАТОРІВ КВАЗИВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ В БАЗИСІ ГАЛУА

**Копач І.В., Бідун М.Б.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістри*

Зниження вартості елементної бази та широке впровадження ПЛІС дозволяють створювати принципово нові та ефективні спецпроцесори, які не прив'язані до існуючих модулів (двійкові суматори, лічильники і т.д.), що дозволяє найбільш широко розкрити можливості нових кодових базисів.

Одним з перспективних кодових базисів є базис Галуа[1,2]. При цьому одним з базових елементів більшості кодових базисів є лічильники.

Дослідження лічильників в базисі Галуа виконаємо у порівнянні з лічильниками в базисі Радемахера [1]. Серед лічильників в базисі Радемахера максимальною простотою характеризуються лічильники на Т-тригерах (рис.1). Даний тип асинхронних лічильників характеризується низькою швидкістю, яка залежить від розрядності лічильника, в якому час затримки рівний  $kt_{\tau}$ , де  $k$  – розрядність лічильника,  $\tau_{\tau}$  – тривалість переключення Т-тригера.

Максимально високу швидкість в базисі Радемахера мають синхронні лічильники на JK-тригерах, в яких затримка рівна  $2(\tau_{jk} + \tau_v)$  Але даний тип лічильників характеризується нерегулярною архітектурою, яка внаслідок зростання числа входів логічного елемента "І" на JK входах наближається до пірамідальної структури.

Ще більшою архітектурною складністю та нижчою швидкістю характеризуються лічильники у базисі Крестенсона (рис.2) [1], які реалізуються на у вигляді віднімаючих синхронних лічильників на JK-тригерах у базисі Радемахера з додатковим зворотним зв'язком на базі логічної схеми "І" для виконання операції по модулю. Швидкість таких лічильників визначається часом затримки  $3(2(\tau_{jk} + \tau_v))$ .

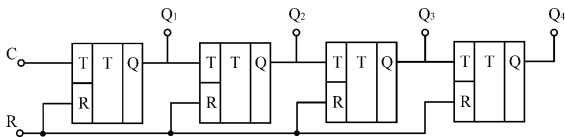


Рисунок 1- Двійковий лічильник на Т-тригерах Крестенсона

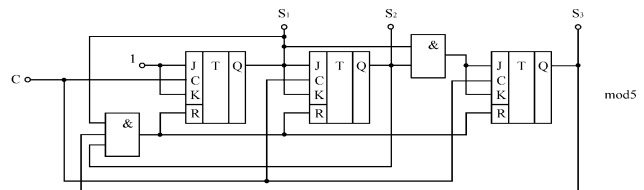


Рисунок 2 - Структура лічильника у базисі

Максимальною швидкістю серед відомих архітектур лічильників характеризуються лічильники Джонсона у базисі Крейга, які реалізуються у вигляді регістра зсуву на D-тригерах без додаткових логічних елементів у зворотному зв'язку (рис. 3) [119], час затримки рівний  $\tau_D$ . Даний тип лічильників характеризується значною надлишковістю, яка визначається надлишковістю кодової матриці базису Крейга[.]

Відомий лічильник в базисі Галуа [1], який використовується для генерування М-последовностей [2] (рис 4), реалізується на базі регістра зсуву на D-тригерах з логічним елементом типу "виключаюче АБО" в зворотному зв'язку. Час затримки такого лічильника визначається як  $\tau_D$ , оскільки елемент "виключаюче АБО" реалізується згідно логічного рівняння  $Q = x_1 \oplus x_2$  і містить не менше двох послідовно включених вентилів.

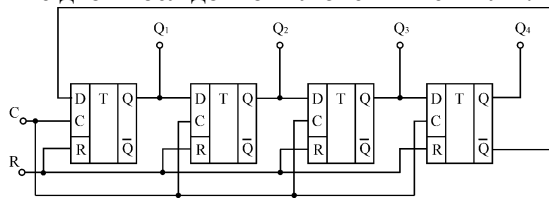


Рисунок 3 - Лічильник Джонсона

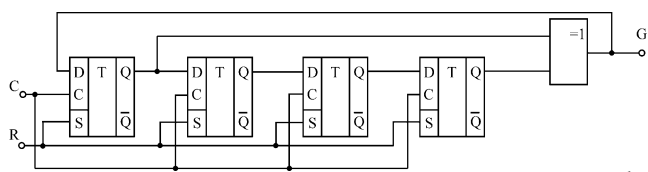


Рисунок 4 - Лічильник в базисі Галуа з періодом  $2^k-1$

Недоліком даного лічильника є період перерахунку, який рівний  $2^k-1$ . Тобто для реалізації повнокодового лічильника Галуа з періодом  $2^k$  необхідне його ускладнення додатковими логічними елементами, які реалізують функцію біта “стаффінгу” (рис.5).

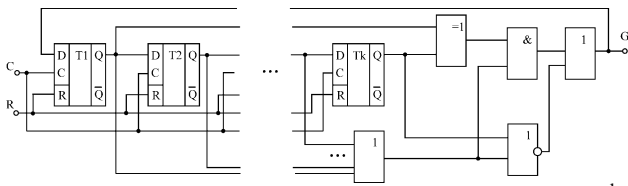


Рисунок 5 - Повний лічильник Галуа з періодом  $2^k$

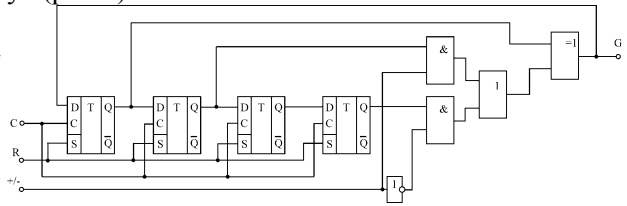


Рисунок 6 – Реверсивний лічильник Галуа

Реверсивний лічильник використовує властивість коду Галуа, в якій при зміні кодового ключа послідовність генерується в зворотному напрямку. Тобто в даному лічильнику використовується ключ 1001, який генерує наступну послідовність: 11110101100100011111. При зміні ключа на 1100 відбувається генерування коду 11110001001101011111, що відповідає рахунку лічильника в зворотному напрямку.

Розрахунок швидкодії лічильників в різних базисах згідно їх структури можна виконати за формулами представленими в табл. 1. Гістограма системної ефективності лічильників в різних базисах, що розрахована на основі виразу  $K_e = \frac{1}{\tau_i K_i}$  зображена на рис. 7, де  $K_i = 1; 2, 3; 1 -$  коефіцієнт складності лічильника у відповідному базисі: Крейга; Радемахера; Крестенсона та Галуа.

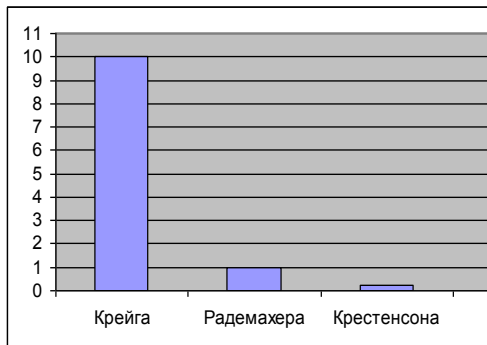


Рисунок 7 - Гістограма відносної системної ефективності лічильників в різних ТЧБ відносно

Таблиця 1  
Швидкодія лічильників в різних базисах

Базис	Швидкодія лічильника
Крейга	$f_n = \frac{1}{\tau_D}$
Радемахера	$f_n = \frac{1}{2(\tau_{JK} + \tau_V)}$
Крестенсона	$f_n = \frac{1}{3(2(\tau_{JK} + \tau_V))}$
Галуа	1

Проведений аналіз системних характеристик лічильників в різних ТЧБ показує, що найкращі характеристики мають лічильники Джонсона в базисі Крейга, які реалізуються у вигляді регістрів зсуву на синхронних D-тригерах без додаткових елементів у зворотних зв'язках. В той же час, лічильники даного типу характеризуються кодовою надлишковістю, яка обумовлена використанням базису Крейга. Наступні високі системні характеристики мають лічильники в базисі Галуа, які реалізуються на основі аналогічної структури на синхронних D-тригерах і мають не менше одного логічного елемента "виключаюче АБО" у зворотному зв'язку. Перевагою лічильників у базисі Галуа є відсутність кодової надлишковості, а також унікальні можливості одночасного формування як паралельних так і біт орієнтованих кодів Галуа з захистом від помилок на основі рекурентних властивостей ТЧБ Галуа. Даний тип лічильників особливо ефективно можна використовувати в якості компонента досліджуваного класу СП.

#### Список використаних джерел

1. Круцкевич Н.Д., Николайчук Я. М. Принципи побудови RCG процесора// Тези міжнародної науково - технічної конференції. “Контроль і управління в складних системах” (КУСС - 2003). – Вінниця: «УНІВЕРСУМ – Вінниця». – 2003. – С. 73.
2. Zastavniy O. Analog-digital Coders in Galois Base // Proc. of the International Conf. CADSM 2005. - Lviv-Slavsko (Ukraine). – 2005, - P. 248

**ЗАСОБИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ  
СТАНІВ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ**

**Николайчук Я.М.<sup>1)</sup>, Борисенко А.М.<sup>2)</sup>, Кацьма М.С.<sup>3)</sup>**

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> д.т.н., професор; <sup>2,3)</sup> студенти*

**I. Вступ**

Комп'ютерні системи та мережі широко впроваджуються у всі сфери суспільства. Важливим при цьому є створення проблемно-орієнтовних та спеціалізованих розподілених комп'ютерних систем (РКС) для різних об'єктів і галузей промисловості. Важливим класом актуальних задач, що вирішують системи даного класу є оперативне діагностування технологічних об'єктів, які характеризуються різними видами нестационарності, багатопараметричністю, екологічною небезпечністю, вибухонебезпечністю та ін. Особливо важливою задачею є прогнозування, передбачення та попередження аварійних та передварійних станів.

**II. Спецпроцесори формування діагностичних інформаційних потоків на базі ЛСІМ.**

На низовому рівні РКС не завжди доцільно формувати інформаційні потоки в базисі Радемахера та передавати цифрові дані на вищій рівні для побудови моделей. Більш ефективний варіант полягає в тому, щоб формувати моделі на низовому рівні і на вищій рівень передавати оброблені дані, що значно зменшить надлишковість даних розвантажить канали зв'язку і обчислювальні машини на вищих рівнях.

На низовому рівні моделі ОУ можна реалізувати апаратними засобами у вигляді формувачів. В [1] показано структурні схеми різних типів автоматичних цифрових кореляторів, які формують цифрові значення кореляційних оцінок. Аналогічні схеми для формування логіко-статистичних моделей (ЛСІМ) показано в табл.1, мають найбільші коефіцієнти стиснення даних [2].

Таблиця 1

Реалізація ЛСІМ за структурною схемою.

ЛСІМ	Структурна схема формування ЛСІМ	ЛСІМ	Структурна схема формування ЛСІМ
Перша ЛСІМ		Друга ЛСІМ	
Третя ЛСІМ		Четверта ЛСІМ	

Аналіз обчислювальної складності алгоритмів цифрового оброблення симетричних сигнальних кодів на основі експертних оцінок базується на визначенні алгоритмічної складності окремих програмних модулів, які включають арифметико-логічні операції.

Аналіз структурних схем процесорів приведених в табл.1 показує, що вони характеризуються наявністю однакових операторів в початковій та кінцевій частинах, що виконуються одноразово для кожного прийнятого пакету даних: start “^”; операція присвоєння стартових характеристик даних D,

регістра стартової позиції генератора Галуа  $G_0$  та лічильника помилок  $*_i=0$ ; stop “v”; перевірка наявності помилок  $*_i=0$ ; вивід даних та помилок.

Інша група операторів виконується  $2^n$ - разів для кожного пакету прийнятих даних і їх обчислювальну складність доцільно порівнювати в діапазоні одного циклу, який відповідає ідентифікації виявлення або виправлення помилки в одному біті даних.

Аналіз системних характеристик складності розроблених алгоритмів опрацювання СКК доцільно виконати на основі SH-моделі алгоритму (SH Software/Hardware), яка запропонована професором М. Черкаським [3] і описується функціоналом:

$$B = (D, Q, q_0, q_f, G, P, M),$$

де  $D$ -кінцева множина символів зовнішнього алфавіту;  $Q$ -кінцева множина станів SH-моделі;  $q_0$  і  $q_f$  - початковий і кінцевий стани,  $q_0, q_f \in Q$ ;  $G$  - конфігурація апаратних засобів моделі;  $P$  - програма,  $P = \{y_i | i = 1, I\}$ ;  $M$  - пам'ять.

$$G = (X, U),$$

де  $X$  - множина елементарних перетворювачів,  $U$  - множина між'єднань.

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}; U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}.$$

Визначення елементарних перетворювачів в програмно-апаратному засобі дозволяє розширити список властивостей і характеристик комп'ютерного алгоритму і включає перетворення деякої сукупності початкових даних у сукупність вихідних даних  $d : x_i = \{d_i\} \rightarrow \{d_i\}$

При цьому елементарний  $i$ -ий перетворювач  $x_i$  є одиницею апаратної складності і характеризується одиничною часовою складністю:  $\forall i, l_i = 1$

При проектуванні мікроелектронних комп'ютерних засобів на основі сучасної елементної бази типу програмовано-логічних матриць ПЛМ, в якості елементарного перетворювача найчастіше вибирають окремий вентилю, який є компонентом логічних елементів та інших більш складних структур процесорних елементів.

Таким чином, згідно визначення існуючого поняття SH-моделі алгоритму апаратна складність визначається сумарною кількістю елементарних перетворювачів і елементів пам'яті деякого рівня апаратних засобів [3]:  $A = |X|$ , де  $X$  - множина елементів схеми.

Часова складність SH-моделі визначається кількістю елементарних перетворювачів, розташованих вздовж максимального критичного шляху розповсюдження сигналу  $L = |\max X_i|$ , тобто максимальному сумарному часу затримки сигналів.

Програмна складність визначається логарифмічною мірою ступеня нерегулярності (ентропії) розташування сигналів керування часовою діаграмою SH- моделі:

$$P = -F \log_2 F / n \cdot t; \text{ де } F = \sum f_i,$$

де  $n$  - кількість входів керування;  $t$  - кількість дискретів часу часової діаграми;  $f_i$  - кількість сигналів керування  $l$  - того фрагмента часової діаграми для обраного рівня ієрархії побудови апаратних засобів;  $l$  - кількість фрагментів часової діаграми, конфігурації яких не повторюються.

Структурна складність алгоритмічного пристрою - це ступінь регулярності матриці суміжності:

$$S = -F \log_2 E / q \cdot r,$$

де  $E$  - кількість елементів матриці суміжності системи;  $q \cdot r$  - розмір матриці.

### III. Висновок

Основними перевагами методів діагностування на основі ЛСІМ є висока оперативність контролю станів об'єкту, значне зниження об'ємів потоків даних на низових рівнях РКС, відсутність ефекту старіння інформації, охоплення широкого спектру важливих характеристик та параметрів ОУ, в тому числі статистичних, кореляційних, спектральних та ін. моделей, які інтегровано описують процеси та характеристики і ймовірності зміни станів об'єктів в реальному часі.

### Список використаних джерел

1. Адомиан Джордж Стохастические системы. / Пер. с англ. Н.Г. Волкова.- М.: Мир, 1987. 376 с. 2. Николайчук Я.М. Теория джерел інформації / Видання друге, виправлене / Николайчук Я.М. - Тернопіль: ТзОВ «Терно-Граф», 2010. – 536 с.
2. Черкаський М.В. Універсальна SH-модель. // Черкаський М.В., Мурад Хусейн Халіл. // Комп'ютерні системи та мережі. Вісник НУ «Львівська політехніка».-Львів.-№523 .-2004,с. 150-154.

## СИСТЕМНІ ВЛАСТИВОСТІ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ СКС

Николайчук Я.М.<sup>1)</sup>, Масло А.Р.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> д.т.н, професор; <sup>2)</sup> студент

Найчастіше СКС проектується на основі проблемної орієнтації до характеристик та системних властивостей реальних об'єктів управління (ОУ). Таким чином, систематизація характеристик об'єктів управління на основі системних принципів є важливим фактором оптимізації відповідних параметрів та характеристик комп'ютерної системи.

Розрізняють наступні системні властивості об'єктів управління:

- За складністю ОУ поділяються на три категорії [1]: прості (один технологічний параметр; одна людина); складні (технологічний процес; група людей; технологічна установка); надскладні (система взаємодії великої кількості людей та технологічних процесів, тобто мобільний об'єкт).

- За ознаками ділимості ОУ класифікуються, як:

Елемент - компонент підсистеми, який може мати не більше одного входу та одного виходу двох типів: інформаційний  $\longrightarrow$  та матеріальний  $\longrightarrow \triangleright$ .

Підсистема – складається з елементів, може мати не більше двох входів та двох виходів, характеризується відсутністю зворотніх зв'язків.

Система – це сукупність елементів та підсистем, які взаємодіють між собою на основі системи організаційних зв'язків. Система обов'язково має зворотні зв'язки (рис.1).

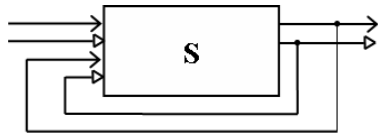


Рисунок 1 - Макромодель системи

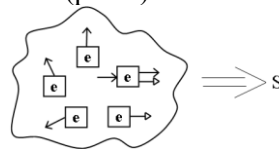


Рисунок 2 - Приклад полікритеріального ОУ

- Полікритеріальність ОУ СКС визначається властивістю ОУ невідповідності критеріїв доцільності елементів та підсистем об'єкта головному напрямку доцільності ОУ, як системи (рис.2).

- Кібернетичність ОУ СКС [2] визначається наступними моделями кібернетичних об'єктів: "чорна скринька"(рис.3а); "сіра скринька"(рис.3б); "прозора скринька"(рис.3в).

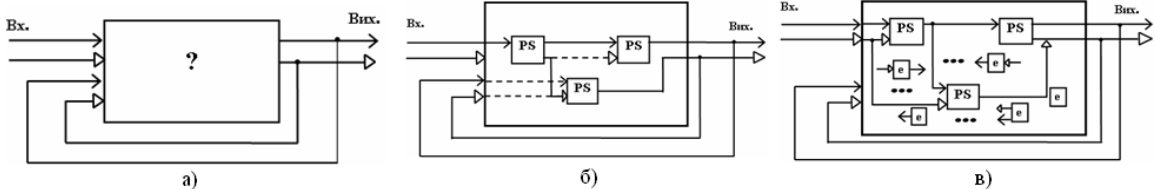


Рисунок 3 - Модель кібернетичної системи

- Замкнутість ОУ СКС визначається характером взаємодії та системою зв'язків. Існують три класи систем по ознаці замкнутості: відкрита система(рис.4а) ; напіввідкрита система(рис.4б); замкнута система(рис.4в).

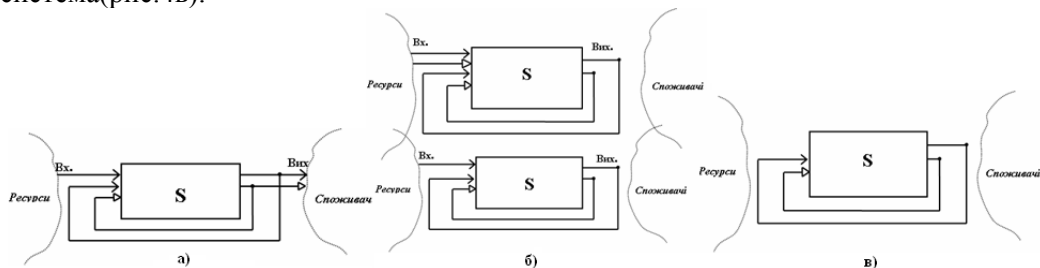


Рисунок 4 - Модель а) відкрита система; б) напіввідкрита система; в) замкнута система

- Характеристика емерджентності системи визначає ступінь складності, архітектурної досконалості та її інтелекту. Оцінка емерджентності визначається за формулою

$$k_e = \frac{N_3}{N_e},$$

де  $N_3$  – число інформаційних зв'язків,  $N_e$  – число компонентів системи.

За означенням, система вважається емерджентною, тобто характеризується високими інформаційно-інтелектуальними властивостями, при умові, коли  $k_e \geq 2$ .

- Існують два класи систем по ознаці ієрархічності: гантельні та пірамідальні (рис.5).

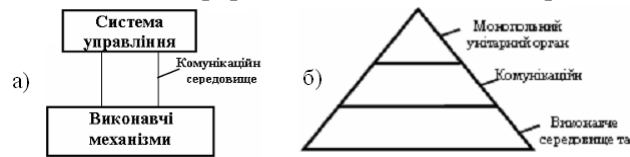


Рисунок 5 - Архітектура системи з а) "гантельними" та б) "пірамідальними" характеристиками.

- Згідно класифікації характеристик системи по ознаках стаціонарності існують три класи системи: стаціонарні (рис. 6а); квазістаціонарні (рис. 6б); нестаціонарні (рис. 6в) [3].

а)  $X(t) = F[\bullet] = const$ ,      б)  $X(t) = F[\bullet] = const(t_j - t_i)$ ,      в)  $X(t) = F[\bullet] = var$

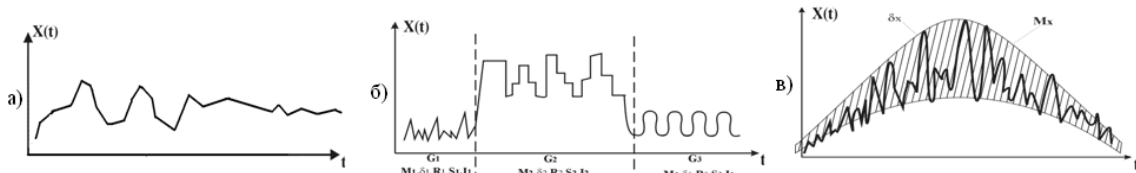


Рисунок 6 - Продукційні часові моделі подання знань об'єктів різних класів стаціонарності ( $F[\bullet]$  - компоненти характеристичного функціоналу).

- Характеристика динамічності визначається реакцією об'єкта управління на зовнішнє збурення (рис.7), яке представляється функцією Дірака. Класифікують об'єкти управління за двома ознаками динамічності: нединамічні; динамічні.

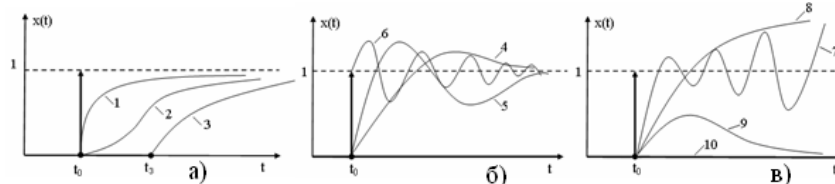


Рисунок 7 - Реакція на зовнішнє збурення а) нединамічного ОУ; б, в) динамічного ОУ.

- Стійкість об'єктів управління визначається на основі теорії управління і охоплює наступні класи об'єктів: абсолютно стійкі (рис 7а); стійкі (рис.7б, 7в); нестійкі та пасивні, які характеризуються відсутністю реакції на зовнішній вплив..

- Об'єкти, які характеризуються властивостями адаптивності мають внутрішню пам'ять для реєстрації передісторії, а також наявність штучного чи природного інтелекту. На рис.8 показані часові перехідні характеристики адаптивних об'єктів. Очевидно, що з часом характеристики ОУ можуть змінюватися, тобто переходити з одного класу в інший і за часовими показниками, і за амплітудою зовнішнього впливу.

- Післядія – характеристика, яка визначає реакцію об'єкту після припинення дії зовнішнього впливу. На рис. 9 видно, що об'єкти можуть характеризуватися інвертованими характеристиками абсолютно стійких та нестійких об'єктів, динамічністю або пасивністю та різними характеристиками стійкості.

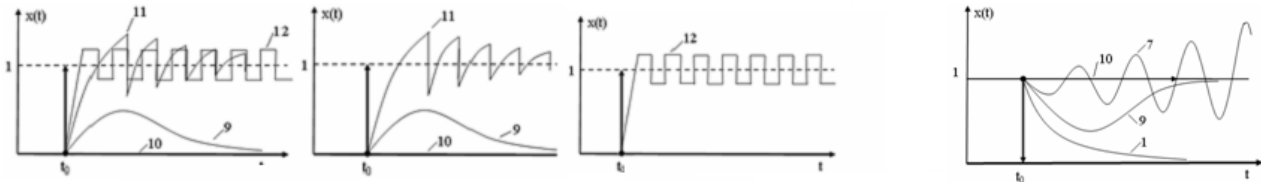


Рисунок 8 - Перехідні характеристики адаптивних об'єктів

Рисунок 9 - Реакція об'єкта після припинення дії зовнішніх впливів.

При цьому саме об'єкти з нестійкими характеристиками можуть найкраще функціонувати в умовах припинення дії зовнішніх впливів за рахунок наявності позитивних зовнішніх зворотніх зв'язків.

### Список використаних джерел

1. Мартин Дж. Планирование развития автоматизированных систем. – М.: Финансы и статистика, 1984. – 196с.
2. Николайчук Я.М. Проективання спеціалізованих комп'ютерних систем. / Навчальний посібник / Николайчук Я.М., Возна Н.Я., Пігух І.Р. / - Тернопіль: ТзОВ «Терно-Граф», 2010.-392с.
3. Николайчук Я.М. Теорія джерел інформації / Видання друге, виправлене / Николайчук Я.М. - Тернопіль: ТзОВ «Терно-Граф», 2010. – 536 с.



## ОГЛЯД ПІДХОДІВ ПРИ ВИБОРІ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО СУПРОВОДУ ОБ'ЄКТІВ

Теслюк В.М.<sup>1)</sup>, Маркелов О.Е.<sup>2)</sup>, Качала В.Б.<sup>3)</sup>

Національний університет «Львівська політехніка»

<sup>1)</sup> д. т. н., професор; <sup>2)</sup> старший викладач кафедри; <sup>3)</sup> магістр

### I. Вступ

Дистанційне керування пристроями для постійного автоматизованого фізичного супроводу рухомих об'єктів є актуальним. Це є зручним для використання людьми похилого віку, з певними вадами орієнтації а помічник супроводу дає можливість проконтролювати дії такої людини і при потребі проінформувати. Такий помічник супроводу діятиме по принципу стороннього спостерігача.

### II. Мета роботи

Необхідно створити систему автоматизованого дистанційного керування/супроводу рухомого об'єкта, для цього потрібно вибрати підходящу плату вводу/виводу, враховуючи типи з'єднання, передачі даних, живлення тощо. Щоб досягнути мети потрібно здійснити порівняльну характеристику електронних плат з сучасним середовищем комунікаційних мереж.

### III. Короткі характеристики друкованих плат

Широко розповсюджені друковані плати Arduino — це інструмент для проектування електронних пристроїв (електронний конструктор). Це платформа, «physical computing» з відкритим програмним кодом, побудована на друкарській платі з середовищем для написання програмного забезпечення (рис. 1).



Рисунок 1 – Друкована плата Arduino

Мікроконтролери з бібліотеками програмування є зручні для самостійного вивчення і мають низьку вартість. Крос – платформність програмного забезпечення під ОС Windows, Mac OS X, Linux. Мова може доповнюватися бібліотеками C++. Досвідчені програмісти мають можливість перейти на мову AVR C, на якій заснована C++. Відповідно, є можливість додати код з середовища AVR-C в програму Arduino.

Апаратні засоби з можливістю розширення і відкритими принциповими схемами – мікроконтролери ATMEGA8 і ATMEGA168 є основою Arduino. Схеми модулів випускаються з ліцензією Creative Commons, а значить, досвідчені інженери мають можливість створення власних версій модулів, розширюючи і доповнюючи їх. Користувачі можуть розробити дослідні зразки з метою економії коштів та розуміння роботи.

**Arduino Uno R3** — нова плата лінійки контролерів Arduino зроблена на мікроконтролері ATmega328. Контролер має 14 цифрових вход / виходів, 6 з яких підтримують режим широтно-імпульсна модуляція (ШИМ), 6 аналогових входів. Плата також має вбудований USB конектор, вхід для живлення, конектор ICSP і кнопку перезавантаження. Живлення може здійснюватися як через USB, так і зовнішнім джерелом живлення. Новий чіп FTDI, який відповідає за USB з'єднання.

**Arduino Mega 2560 Rev.3** — надає розробникам більшу кількість портів вход / виходу, а також підтримує 4 порту послідовної (Serial) передачі даних UART для TTL. Крім цього Mega 2560 підтримує звичайні для контролерів сімейства Arduino інтерфейси SPI та I2C.

**Arduino Mini** — компактна версія контролера Arduino. Дана плата не має вбудованого USB конектора. Для додаткових можливостей можна використовувати зовнішню Arduino Serial USB плату.

**Arduino Mini Light** — зменшена версія Arduino Mini без виведених нижніх конекторів. Зручна для установки в компактні пристрої. Дана плата також не має вбудованого USB конектора. Як додаток можна використовувати зовнішню Arduino Serial USB плату.

**Shield-Proto плата Rev3** — друкована плата для швидкого компактного збирання розширень для контролерів Arduino. За розмірами відповідає платам Arduino Uno та Uno Rev3, Duemilanove, Diecimila. Має відповідні контактні площадки.

**Arduino Mega ADK** — основна відмінність Arduino Mega ADK від Mega 2560, яку вона багато в чому повторює, наявність USB host interface для підключення до пристроїв на базі Android.

**Arduino Ethernet без PoE модуля** — контролер на базі ATmega328. Відрізняється від більшості плат можливістю програмування і роботи по мережі. USB-to-serial відсутня. На платі є слот для читання і запису на microSD карти (рис. 2).

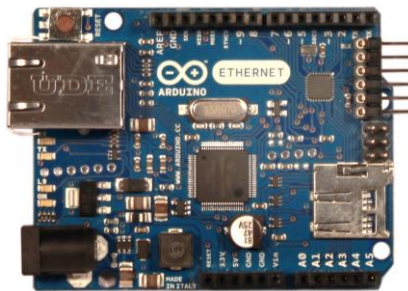


Рисунок 2 – Друкована плата Arduino Ethernet

У таблиці 1 описано додаткові властивості друкованих плат Arduino.

Таблиця 1

Характеристики друкованих плат Arduino.

Назва плати / Характеристика	Arduino Uno R3	Arduino Mega 2560 Rev.3	Arduino Mini	Arduino Mini Light	Arduino Nano	Arduino Mega ADK	Arduino Ethernet без PoE модуля
1	2	3	4	5	6	7	8
Мікроконтролер	ATmega328	ATmega2560	ATmega168	ATmega168	Atmel ATmega328	ATmega2560	ATmega328
Робоча напруга	5 V	5 V	5 V	5 V	5 V	5 V	5 V
Вхідна напруга (рекомендована)	7-12 V	7-12 V	7-9 V	7-9 V	7-12 V	7-12 V	6-18 V
Вхідна напруга (гранична)	6-20 V	6-20 V	-	-	6-20 V	6-20 V	36-57 V
Цифрові входи / виходи ШІМ	14 (6 вихід)	54 (14 вихід)	14 (6 вихід)	14 (6 вихід)	14 (6 вихід)	54 (14 вихід)	14 (4 вихід)
Аналогові входи	6	16	8 (4 з яких мають виводи)	8 (4 з яких мають виводи)	8	16	6
Постійний струм через вхід / вихід	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA
Постійний струм для виводу	50 mA	3.3 V 50 mA	-	-	-	3.3 V 50 mA	3.3 V 50 mA

Таблиця 1 (продовження)

Назва плати / Характеристика	Arduino Uno R3	Arduino Mega 2560 Rev.3	Arduino Mini	Arduino Mini Light	Arduino Nano	Arduino Mega ADK	Arduino Ethernet без PoE модуля
1	2	3	4	5	6	7	8
Флеш-пам'ять	32 КВ (ATmega328) 8 з яких 0.5 КВ використовуються для завантаження	256 КВ з яких 8 КВ використовуються для завантаження	16 КВ (2 використовуються для завантаження)	16 КВ (2 використовуються для завантаження)	32 КВ	256 КВ (з яких 8 КВ використовуються для завантаження)	32 КВ (ATmega328) з яких 0.5 КВ використовуються для завантаження
ОЗУ	2 КВ (ATmega328)	8 КВ	1 КВ	1 КВ	-	8 КВ	2 КВ (ATmega328)
EEPROM (постійний запам'ятовувальний пристрій)	1 КВ (ATmega328)	4 КВ	-	-	1 КВ	-	1 КВ (ATmega328)
Тактова частота	16 МГц	16 МГц	16 МГц	16 МГц	16 МГц	16 МГц	16 МГц
Мова програмування	C/C++	C/C++	C/C++	C/C++	C/C++	C/C++	C/C++
Операційна система	Windows, Linux, Mac OS X, iPhoneOS	Windows, Linux, Mac OS X, iPhoneOS	Windows, Linux, Mac OS X, iPhoneOS	Windows, Linux, Mac OS X, iPhoneOS	Windows, Linux, Mac OS X, iPhoneOS	Windows, Linux, Mac OS X, iPhoneOS	Windows, Linux, Mac OS X, iPhoneOS
Ціна	22,50 €	40,00 €	20,00 €	16,00 €	30,00 €	65,00 €	44,00 €

### Висновок

У даній роботі досліджено та описано систематизовані характеристики електронних плат які доцільно використовують для вибору апаратно – програмних компонентів дистанційного керування та супроводу об'єкта. Використовуючи порівняльну характеристику можна вибрати найбільш придатну, сумістиму та енергозберігаючу друковану плату, для апаратної реалізації системи дистанційного керування рухомого фізичного об'єкта з подальшим програмуванням мікроконтролерів для автоматизованого супроводу.

### Список використаних джерел

1. Оф.сайт Arduino.ru [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://arduino.ru/About> – Назва з домашньої сторінки інтернету.
2. Вільна енциклопедія [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino>.
3. Оф.сайт Arduino.ru [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardMega>.
4. Оф.сайт виробн. Arduin [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.arduino.cc/> – Назва з домашньої сторінки інтернету.
5. Апрека/вікі [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://wiki.amperka.ru/>.
6. Програмування та друковані плати [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://rln.nnov.ru/index.php?pid=13/>.
7. Розробка роботів, програмування Arduin [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://robot-develop.org/archives/1787>.
8. Навчальні матеріали по Arduino з вихідними кодами і відео [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://lusorobotica.com/index.php/topic,22.0.html>.
9. Математичні функції Arduino [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://arduino.net.ua/Arduino\\_articles/Opisanie%20jazyka%20Arduino%20na%20russkom%20jazyke/page-2/](http://arduino.net.ua/Arduino_articles/Opisanie%20jazyka%20Arduino%20na%20russkom%20jazyke/page-2/).
10. Журнал Arduino [Електронний ресурс] – Режим доступу до журн.: <http://mk90.blogspot.com/2011/11/arduino.html>.
11. Бібліотека і доступність інформації вільна енциклопедія [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/EDRAM>.

## КОРЕЛЯЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ДВОМІРНИХ КОДОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ

Томчак Р.М., Гайдук І.В.

Тернопільський національний економічний університет, магістри

## Вступ

Швидкий розвиток комп'ютерної техніки та створювані на її базі системи автоматизованого керування потребують організації якісного та надійного зв'язку між елементами системи. В багатьох випадках для цього доцільно використовувати безпроводні канали зв'язку. Для організації високошвидкісних ліній зв'язку, як правило, використовують оптичні системи, в той час для організації розподілених комп'ютерних мереж з невеликими швидкостями обміну даних доцільно використовувати радіоканал. Проте в даний час радіоканали є досить насиченими та характеризуються високим рівнем різноманітних завад. Тому для організації зв'язку на базі радіоканалу використовують широкопasmові системи (FHSS, DSSS). В якості шумоподібних сигналів (ШПС) використовуються коди Баркера, М-последовності, кодові последовності Уолша і т.д. Дані последовності та їх властивості є досить добре дослідженими, проте обмежена кількість цих кодів та зростаюча необхідність в підвищенні завадозахищеності і збільшенні кількості ефективних кодових последовностей стимулює пошук нових кодів. Перспективним, як показано в роботі, є дослідження двомірних кодових последовностей, оскільки вони дозволяють підвищити завадозахищеність. Двомірні ШПС мають меншу довжину, ніж одномірні коди з аналогічними властивостями, що при однакових параметрах завадозахищеності дозволяє підвищити швидкість передавання інформації.

## I. Системні характеристики одномірних шумоподібних последовностей

При завадостійкому передаванні інформації в широкопasmових системах з кодовим розподіленням каналів, двійкові дані  $d_t$  змінюються шумоподібними сигналами. Передавач базуючись на двійкових даних, генерує передавальний прямий сигнал  $t_{xb}$   $t_{xb} = d_t \times pn_t$

Ефект заміни  $d_t$  на шумоподібний сигнал розширює ширину смуги  $R_s$  з  $d_t$  до ширини смуги  $R_c$ .

В приймачі виконується згортка прийнятого сигналу  $r_x$  з приймача ШПС  $pn_r$ .

Якщо  $pn_r = pn_t$  і синхронізована з ШПС в прийнятих даних це дозволяє відновити двійкові дані з сформованих  $d_t$ . Якщо  $pn_r \neq pn_t$ , то не можна виконати операцію згортки, оскільки сигнал  $d_t$  є широкопasmовим. Приймач, не знаючи ШПС передавача, не може відновити дані, що передаються.

Спектр шумоподібного сигналу схожий до білого шуму. Амплітуда та енергія в шумоподібному сигналі  $t_{xb}$  є такою ж як і в оригінальному інформаційному сигналі  $d_t$ . Завдяки збільшеній ширині смуги енергія спектру має бути нижчою.

В шумоподібних системах фактор розширення вибирається, виходячи з частоти слідування чіпів  $R_c$  і частоти символів даних  $R_s$

$$SF = \frac{BW_{ss}}{BW_{inf}} = \frac{R_c}{R_s} = \frac{T_b}{T_c}$$

де  $BW_{ss}$  – ширина смуги широкопasmового сигналу,  $BW_{inf}$  – ширина смуги інформаційного сигналу,  $T_b$  – час передання біта,  $T_c$  – час передавання одного чіпа.

При цьому основним критерієм ефективності ШПС заданої довжини є максимальне значення відношення амплітуди головної пелюстки АКФ до максимального вигляду бокової пелюстки.

$$V_m = \frac{\Phi_{ss(0)}}{\Phi_{ss(j)}}$$

де  $\Phi_{ss(0)}$  – рівень головної пелюстки АКФ, а  $\Phi_{ss(j)}$  – максимальний рівень бокової пелюстки.

Важливим фактором при виборі ШПС сигналів є взаємкореляція, яка описує взаємозв'язок між  $pn_i$  та  $pn_j$  кодами:

$$Rc(\tau) = \int_{-Nc/2}^{Nc/2} pn_i \times pn_j(t + \tau) dt$$

Взаємкореляція  $Rc(\tau)$  це критерій узгодженості між двома різними кодами  $pn_i$  та  $pn_j$ . В CDMA системах багато користувачів займають певну ширину смуги і одночасно передають дані. При цьому важливим фактором є ортогональність кодів користувачів. Коли коди користувачів

ортогональні, то взаємних завад між користувачами після проведення згортки не виникає, і забезпечується конфіденційність інформації в каналі зв'язку.

Отже, важливими властивостями одномірних кодових послідовностей є : довжина кодової послідовності, співвідношення основного піку до рівня бокових пелюсток в автокореляційній функції та рівень взаємкореляції між ШПС, що використовується в системі.

Проте на практиці, коди, як правило не мають властивостей ортогональності, тому коли досягається максимальна кількість користувачів, що працюють одночасно, взаємкореляція між кодами користувачів знижується (збільшується рівень шумів після проведення згортки). Обмежена кількість кодових послідовностей, їх невисокі кореляційні властивості при малій довжині коду, та зростання популярності ШПС систем вимагають пошуку нових ефективних кодових послідовностей. Перспективним є дослідження двомірних ШПС, які мають кращі кореляційні властивості при невеликій довжині кодової послідовності.

## II. Дослідження двомірних кодових послідовностей

Обмежена кількість відомих шумоподібних послідовностей, їх невисокі кореляційні властивості при малій довжині коду, та зростання популярності ШПС, систем вимагають пошуку нових ефективних ШПС. Перспективним є дослідження теоретичних засад та розвиток методів пошуку двомірних ШПС, які мають кращі кореляційні властивості при заданій довжині кодової послідовності.

Для дослідження завадостійкості двомірних ШПС в досліджувану кодову послідовність, для якої розраховувалася взаємкореляційна функція, вводилися одноразові і багаторазові помилки, які полягали в інвертуванні одного або декількох бітів коду. Оскільки досліджувані коди при інвертуванні певних бітів малочутливі до цих змін, то з отриманих результатів вибиралися ті, що призводять до найбільшого зниження ефективності кодової послідовності.

Для прикладу, для порівняння було обрано одну двомірну ШПС (рис. 1,б) та одномірну М-послідовність (рис. 1,а). Результати їх розрахунків подано в табл. 1.

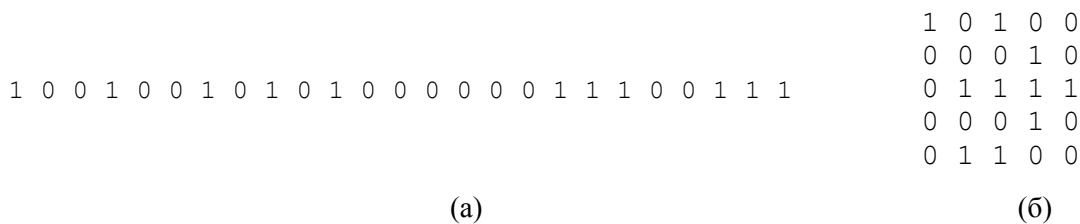


Рисунок 1 - Порівняльні кодові послідовності (а - одномірна М-послідовність, б - двомірна ШПС)

Для двомірної кореляційної обробки ШПС використовувалась наспупна функція:

$$H_{xy}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{sign}(x_i) + \text{sign}(y_{i+j}),$$

де  $x_i$  – біт двомірної ШПС,  $y_i$  – код еталонної послідовності.

$$\text{sign}(y_{i+j}) = \begin{cases} 1; & y_{i+j} > 0 \\ 0; & y_{i+j} = 0 \\ -1; & y_{i+j} < 0 \end{cases}$$

Таблиця. 1

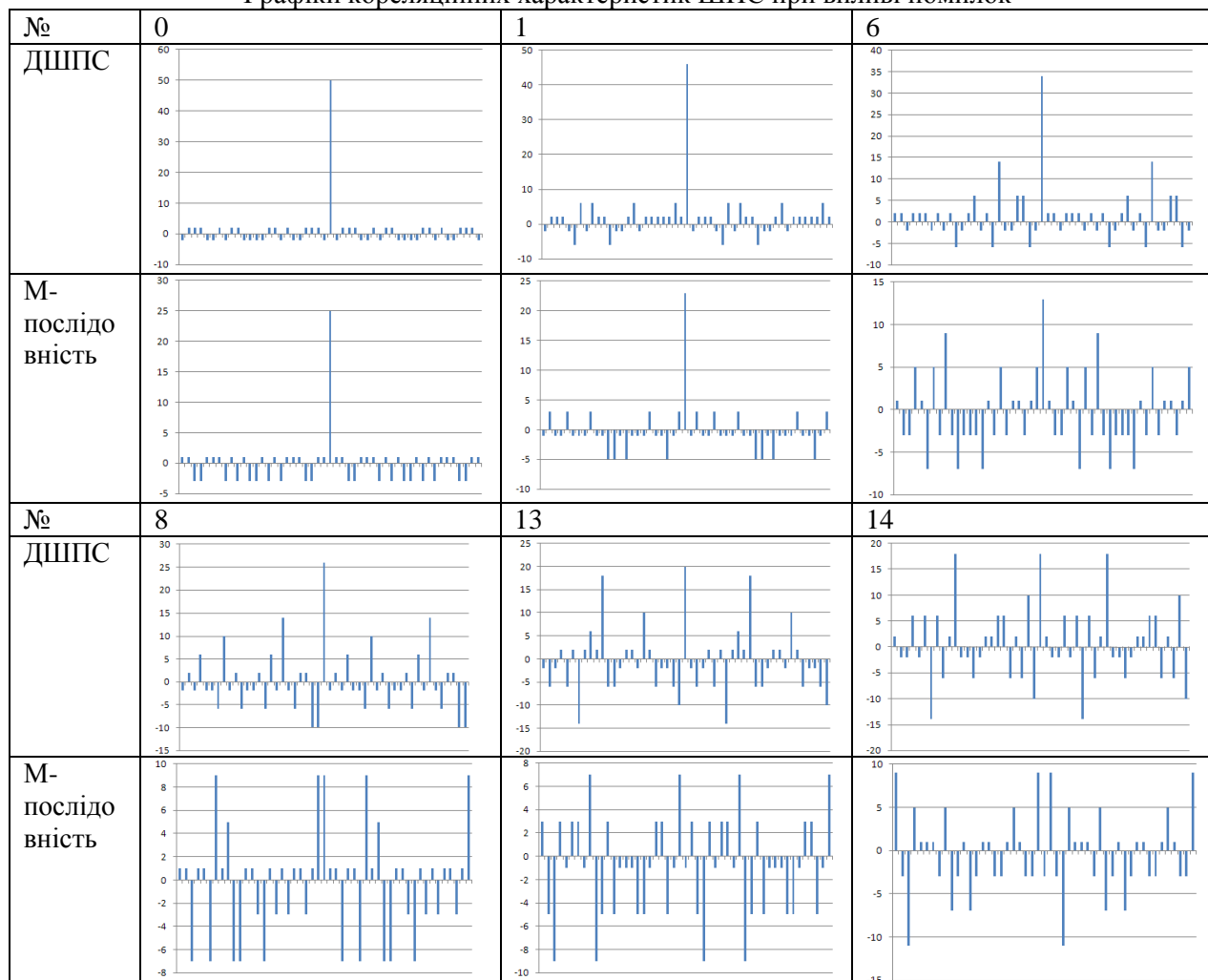
Кореляційні функції ШПС з помилками

Кількість помилок	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Пік двомірної ШПС	50	48	42	38	36	34	34	30	26	26	26	24	22	20	18
Пелюстка двомірної ШПС	2	6	6	10	10	14	14	14	14	16	14	14	16	18	18
Пік М-послідовності	25	23	21	19	17	15	13	11	9	11	9	7	5	7	9
Пелюстка	1	3	5	3	5	7	9	7	9	11	9	7	5	7	9
М-послідовності															

Обмеження числа помилок в досліджуваних кодах визначається до межі втрати кодами особливих кореляційних властивостей, коли величина максимальної бічної пелюстки рівна або перевищує величину головної пелюстки.

Таблиця. 2

Графіки кореляційних характеристик ШПС при впливі помилок



З табл. 1, табл. 2 видно, що при введенні помилок у код ШПС і виконанні взаємкореляційної згортки з еталоном ШПС, двомірні коди характеризуються кращими властивостями по відношенню до одномірних, що показано в табл. 2, де при восьмикратній помилці одномірний код втрачає свої властивості, а двомірний зберігає аж до тринадцяти помилок, при чотирнадцятикратній помилці стає неможливо розрізнити головну і бокову пелюстку.

### Висновок

Проведений аналіз характеристик ШПС показує, що перспективним є дослідження двомірних сигналів. Викладені принципи можна ефективно використовувати при організації безпроводного каналу зв'язку на основі ШПС, оскільки двомірні сигнали при однаковій довжині в порівнянні з М-послідовностями мають кращі кореляційні властивості. Більш глибоке дослідження властивостей двомірних ШПС сигналів вимагає відповідного розвитку та розробки теорії даного класу сигналів.

### Список використаних джерел

1. Я.М. Николайчук, О.М. Заставний. Дослідження системних характеристик двомірних кодів з особливими кореляційними властивостями // Вісник Технологічного Університету Поділля, Хмельницький. – 2004.- №2.- Т.2.- С. 107-110.
2. В.В. Семенчук, М.М. Хрептік, Д.М. Круть. Аналіз кореляційних характеристик шумоподібних кодових послідовностей // Поступ в науку. Збірник наукових праць Буцацького інституту менеджменту і аудиту. – Бучач. – 2011. - С.153-156.

## АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДО УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ МАГНІТНОЇ СПРИЙНЯТЛИВОСТІ СЛАБОМАГНІТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Цмоць В.М.<sup>1)</sup>, Щупляк А.Н.<sup>2)</sup>, Павловський Ю.В.<sup>3)</sup>, Павловська Н.Т.<sup>4)</sup>

<sup>1-3)</sup> Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

<sup>1)</sup> д.ф.-м.н, професор; <sup>2)</sup> аспірант; <sup>3)</sup> к.ф.-м.н. доцент

<sup>4)</sup> Інститут ядерних досліджень НАН України, аспірант

Характерною особливістю сучасної техніки експерименту щодо вимірювання таких фізичних величин як сила, тиск, температура є перетворення їх у електричні сигнали, оцифрування сигналів і обробка результатів вимірювання на персональному комп'ютері (ПК) в масштабі реального часу. Використання ПК у вимірному комплексі передбачає використання спеціалізованого аналого-цифрового перетворювача (АЦП), який керується через послідовний або паралельний порти, або через шину, якщо АЦП виконаний у вигляді плати розширення. Таким чином, використання сучасних програмно-апаратних засобів дозволяє здійснювати різні види обробки результатів вимірювання: нормування (приведені шкали), лінеаризацію, часову прив'язку, обчислення статистичних показників, архівування великих об'ємів даних і передавання їх через мережі зв'язку.

У роботі представлено розробку апаратно-програмного комплексу до установки для вимірювання магнітної сприйнятливості (МС) слабомагнітних матеріалів. Інтерфейс програми зображено на рис. 1. Дана програма дає можливість: задавати швидкість розгортання магнітного поля, здійснювати затримку перед фіксуванням точки виміру, задавати кількість вимірів у точці, здійснювати вимірювання у зворотному напрямку поля, задавати дискретний і неперервний спектри. Програма відображає у режимі реального часу такі покази, як магнітне поле і магнітний коефіцієнт.

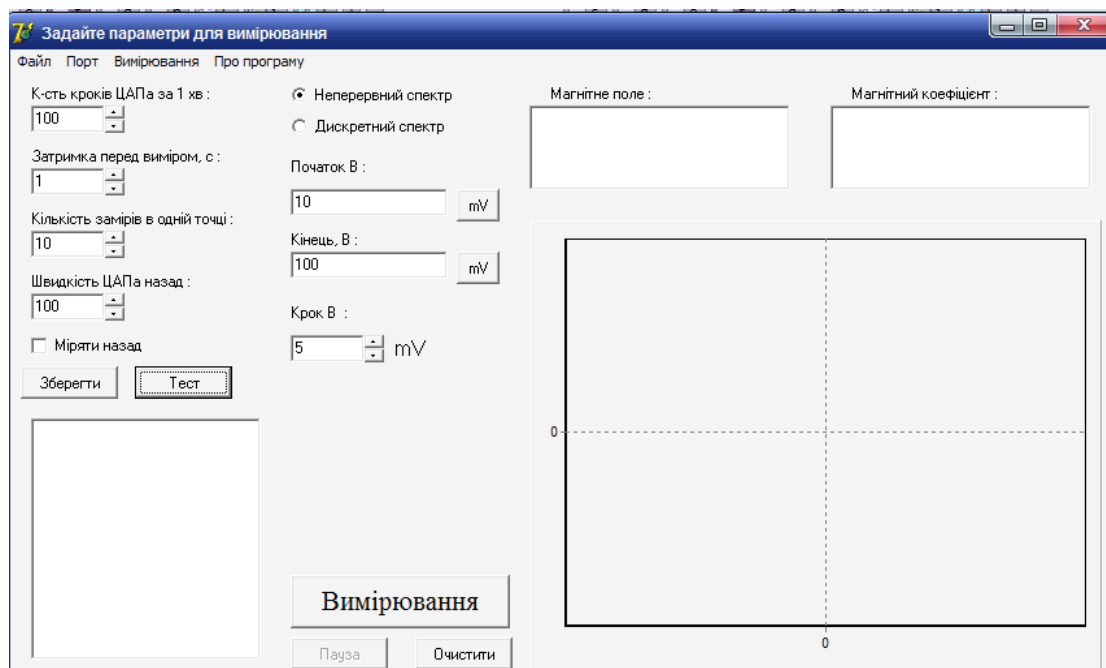


Рисунок 1 - Інтерфейс програми до установки для вимірювання магнітної сприйнятливості матеріалів

На підставі вимірюваних у ході експерименту даних ПЗ (програмне забезпечення) установки обчислює значення шуканих фізичних величин і виводить їх у зручному вигляді на екран комп'ютера. Це дає змогу експериментаторові, не витрачаючи часу на опрацювання результатів вимірювання, коректувати параметри експерименту, не перериваючи його. Такий підхід дає змогу значно підвищити швидкість вимірювань. На рис. 1 зображений зовнішній вигляд програми керування установкою у режимі вимірювання МС. У вікні програми показано обмірювані залежності  $E$  від  $H$  магнітного поля для зразка.

Отже, створена універсальна автоматизована вимірювальна установка для дослідження МС слабомагнітних зразків у широкому діапазоні температур. Точність стабілізації температури досягає 1 К у діапазоні 70-300,0 К, а точність керування магнітним полем 1 Е у діапазоні 0,2-5 кЕ.

## Секція 4. Цифрова компресія, оброблення, синтез та розпізнавання сигналів і зображень

УДК 004.93

### АЛГОРИТМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ ЗОБРАЖЕННЯ ОБЛИЧЧЯ

Базелюк Д.В.<sup>1)</sup>, Палій І.О.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> магістр; <sup>2)</sup> к.т.н., доцент

Багато сучасних технологій людино-комп'ютерної взаємодії базуються на обробці зображення обличчя. За обличчям можна не тільки ідентифікувати людину, що є популярним в біометричній індустрії, але й розпізнати емоції, які є реакцією на той чи інший зовнішній чинник. Завдяки цьому обличчя виконує сигнальну та регулятивну функції, виступаючи на рівні з жестами як один з каналів невербальної комунікації [1]. Існує ряд систем розпізнавання емоцій за зображенням обличчя: FaceReader, eMotion Software, MMER\_FEASy, FaceSecurity та ін. Нажаль достовірність їхньої роботи не є достатньою, що зумовлює необхідність пошуку нових підходів до розпізнавання емоцій. Авторами запропоновано підхід до розпізнавання емоцій, який включає наступні етапи: виявлення облич, локалізація структурних елементів обличчя та класифікація емоцій. Схему алгоритму розпізнавання емоцій подано на рис.1, де NF - це кількість виявлених облич.

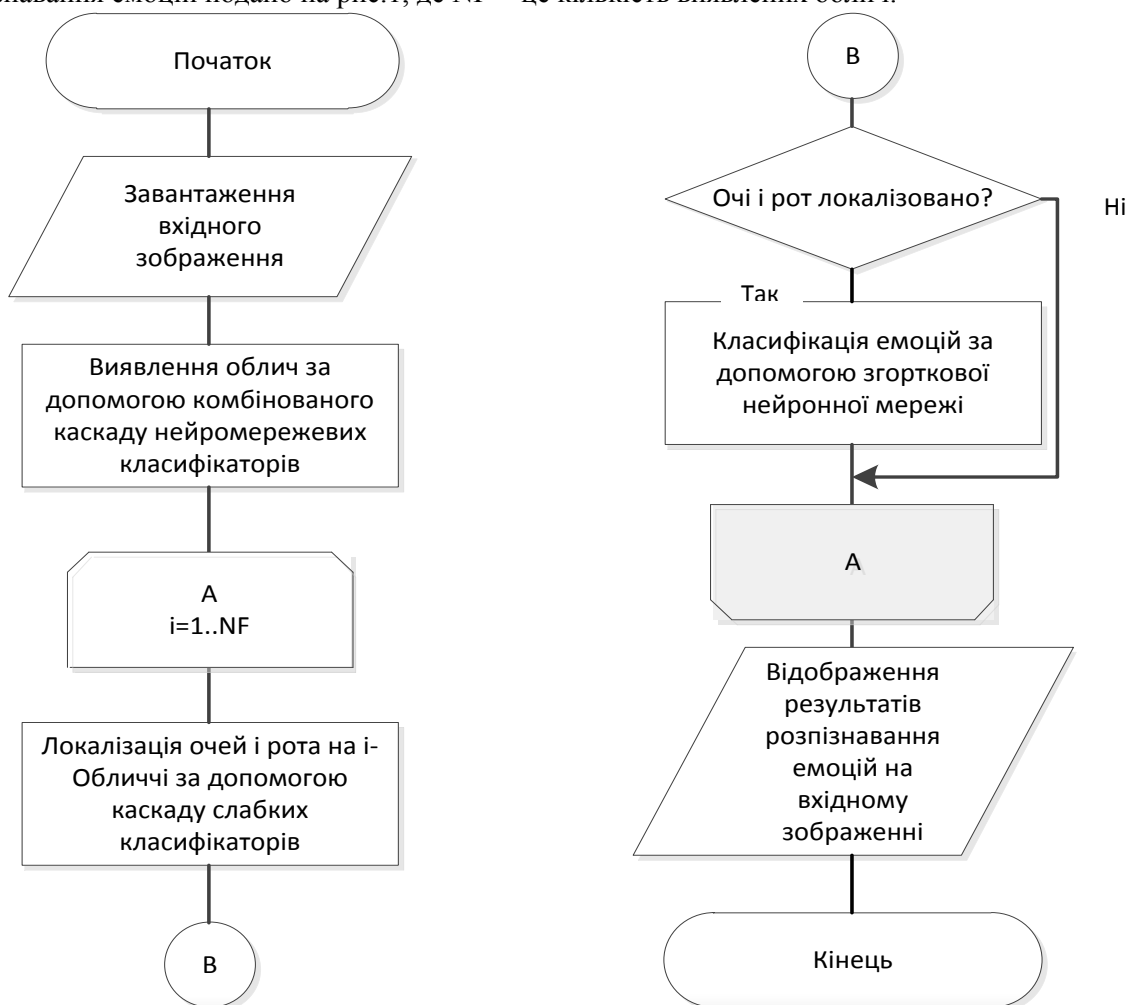


Рисунок 1 - Схема алгоритму розпізнавання емоцій

Ціллю процедури виявлення є знаходження координат облич на динамічному зображенні, а також максимальне відкидання фонових ділянок. З цією метою використано методи виявлення облич



на основі комбінованого каскаду нейромережових класифікаторів [2], який складається із каскаду слабких класифікаторів для виявлення обличч-кандидатів і згорткової нейронної мережі для верифікації об'єктів типу "обличчя". Використання даних методів дозволило отримати один із найкращих показників достовірності на тестовому наборі півтонових зображень Carnegie Mellon University.

Для пошуку структурних елементів обличчя (очі та рот) використано метод П. Віоли та М. Джонса [3], який базується на каскаду слабких класифікаторів. Пошук очей здійснюється лише у верхній частині зображення, тоді як області рота – у нижній. Вибір даного етапу при розпізнаванні емоцій базується на припущенні, що емоційний стан людини найбільш інформативно характеризують області очей і рота, а також навколо них (рис. 2). Крім того, обробка лише двох областей інтересу, а не всього зображення обличчя, дозволить підвищити швидкодію розпізнавання. Якщо хоча б один структурних елементів не знайдений, то подальша класифікація емоцій не відбувається.

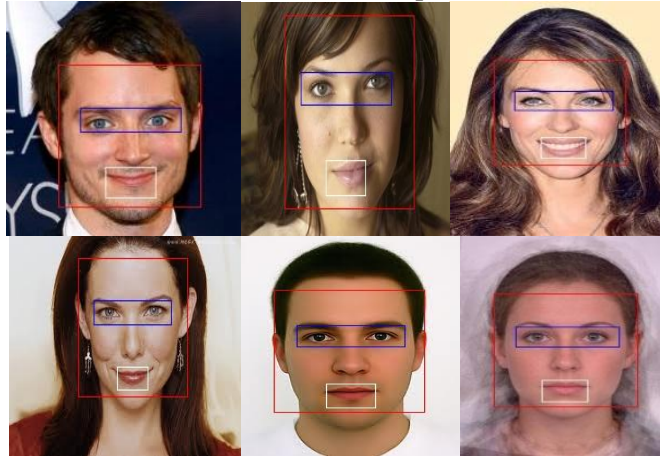


Рисунок 2 - Приклади виявлення обличч і локалізації структурних елементів

Для класифікації емоцій запропоновано використати згорткову нейронну мережу [4], яка в задачах класифікації, в силу особливостей своєї архітектури, володіє більшою стійкістю до деформацій (зсувів, зміни масштабу, поворотів, зашумленості) вхідних образів, ніж інші відомі класифікатори. На вхід нейронної мережі будуть одночасно подаватися два зображення структурних елементів обличчя. Вихідний шар мережі складатиметься з шести площин (розміром 1x1 нейрон), кожна з яких відповідатиме за свій клас емоцій: щасливий, сумний, сердитий, здивований, нейтральний і наляканий (рис. 3).



Рисунок 3 - Приклади зображень обличч для відповідних класів емоцій

Подальші дослідження включають експериментальну оцінку запропонованого підходу на тестовій вибірці і порівняння показників достовірності і швидкодії із відомими рішеннями. Однією зі сфер впровадження технології розпізнавання емоцій розглядається система комп'ютерного аналізу реакції споживачів на пропоновані товари чи рекламу.

#### Список використаних джерел

1. Єфімов Г.М. Моделювання та розпізнавання мимічних проявів емоцій на обличчі людини / Г.М. Єфімов // «Искусственный интеллект», 2009. – №3. – С. 532-542.
2. Paliy I. Face Detection on Grayscale and Color Images Using Combined Cascade of Classifiers / Y. Kurylyak, I. Paliy, A. Sachenko, A. Chohra, K. Madani // Computing. – 2009. – Vol. 8, Issue 1. – P. 61-71.
3. Viola P. Robust Real-Time Face Detection / P. Viola, M. Jones // International Journal of Computer Vision. – 2004. – Vol. 57, № 2. – P. 137-154.
4. LeCun Y. Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition / Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, etc // Intelligent Signal Processing. – IEEE Press, 2001. – P. 306-351.

## ВИДІЛЕННЯ НЕЧІТКИХ ФРАГМЕНТІВ ОБ'ЄКТІВ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕНТРОПІЇ

**Бомба А.Я.<sup>1)</sup>, Шпортько О.В.<sup>2)</sup>, Яйлимов Б.Я.<sup>3)</sup>, Шпортько Л.В.<sup>4)</sup>**

<sup>1-3)</sup> Рівненський державний гуманітарний університет

<sup>1)</sup> д. т. н., професор; <sup>2)</sup> к. т. н., старший викладач; <sup>3)</sup> здобувач

<sup>4)</sup> ДВНЗ „Рівненський коледж економіки та бізнесу”, викладач циклу інформатики і комп'ютерної техніки

*Класифіковано нечіткі фрагменти об'єктів зображень та проаналізовано особливості їх структури. Запропоновано використання ентропії як один з альтернативних алгоритмів виділення нечітких фрагментів об'єктів для їх окремого стиснення чи подальшої обробки.*

### I. Постановка проблеми

Сучасні цифрові зображення є невід'ємною складовою мультимедійної інформації, що найчастіше створюється, накопичується і зберігається на цифрових носіях та передається каналами зв'язку. Їх стиснення дає змогу зменшити обсяги використання дискового простору та прискорити завантаження відповідних файлів по мережі, тому проблема підвищення ефективності компресії зображень є актуальною сьогодні і буде актуальною в найближчому майбутньому.

Всі алгоритми стиснення зображень поділяють на два основні класи: з втратами та без втрат [1]. І якщо для переважної більшості алгоритмів компресії зображень з втратами можна забезпечити потрібний коефіцієнт стиснення (відношення розмірів стиснутого до нестиснутого файлів зображення, надалі – КС) за рахунок погіршення якості, то КС зображень без втрат залежить, власне, лише від перепадів яскравостей кольорів їх пікселів та алгоритму стиснення, не регулюється програмно і становить у середньому лише 30..70%.

Загальновідомо, що стиснення даних можливе за рахунок зменшення надлишковості, а одним з основних методів в процесі компресії зображень є контекстно-незалежне кодування, яке усуває кодову надлишковість поміж переважаючими яскравостями чи приростами яскравостей між суміжними пікселами. Це кодування ставить у відповідність елементам, які зустрічаються частіше, коди не більшої (найчастіше – меншої) довжини ніж для елементів, котрі трапляються рідше. Ефективність контекстно-незалежного кодування збільшується при збільшенні нерівномірності розподілу частот окремих елементів (для зображень – яскравостей компонентів окремих пікселів) [2]. Тому сьогодні вдосконалюються існуючі та створюються нові методи і алгоритми не лише безпосереднього стиснення, а й попередньої обробки зображень, які підвищують цю нерівномірність (наприклад, предикторне кодування [3]). Ми пропонуємо підвищувати нерівномірність розподілу за рахунок відокремлення нечітких фрагментів зображень. На сьогодні в науковому напрямку обробки зображень вже розроблені методи виділення об'єктів, які переважно базуються на аналізі контурів [4; 5], тобто сукупностей пікселів, де спостерігається стрибкоподібна зміна яскравостей. Вони широко використовуються у різних графічних редакторах, зокрема в Adobe PhotoShop, Corel PhotoPaint та ін. Але більшість з цих методів призначені для виділення насамперед чітких об'єктів, тому й не застосовуються в процесі стиснення зображень для відокремлення нечітких фрагментів.

### II. Мета дослідження

Враховуючи наведену проблематику, ціллю роботи є класифікація видів та розробка на основі основних положень теорії інформації алгоритму виділення нечітких фрагментів об'єктів зображень для їх окремої подальшої обробки чи стиснення контекстно-незалежним алгоритмом.

### III. Штучні та природні нечіткості фрагментів об'єктів зображень

Як відомо, растрові зображення складаються з окремих точок – пікселів, сукупності кольорів яких відтворюють об'єкти на зображеннях. При масштабі оригіналу колір і форма об'єктів більшості растрових зображень виглядають суцільними. Складові ж їх окремих фрагментів можна побачити після збільшення масштабу. Зрозуміло, що цей процес відбувається за рахунок збільшення площі відображення кожного піксела, тому якість фрагментів об'єктів, як і самого зображення при цьому втрачається і ми маємо справу зі штучними нечіткостями, які можливо усунути.

Але існують зображення об'єктів, контури яких є нечіткими без масштабування, вони мають пом'якшені краї або зменшену деталізованість і водночас для людського ока є достатньо вираженими. Розглянемо, наприклад, зображення земної поверхні на рис. 1. Бачимо, що окремі

об'єкти зображення виражені цілком чітко, але їх краї та деякі частини не чітко виражені. Що в цьому випадку можна сказати про чіткість рисунка в цілому?

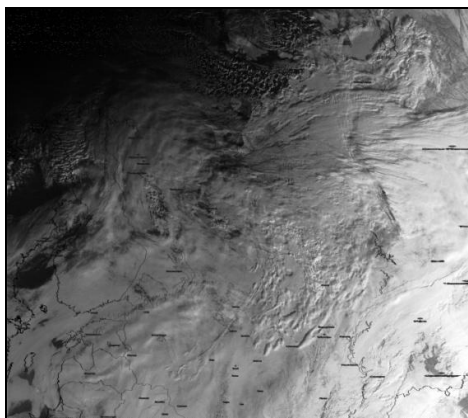


Рисунок 1 - Космічний знімок земної поверхні

Якби нечіткість виникла через технічні недоліки, наприклад, пов'язані з каналом передачі інформації, то нечіткими були б усі деталі зображення. У цьому ж випадку можна стверджувати, що апаратні засоби фіксації не внесли особливих нечіткостей, оскільки частина об'єктів самого зображення є чіткою, і ми маємо справу з природною нечіткістю. Тому під час обробки зображень, аналогічних наведеному на рис. 1, нечіткості усувати недоцільно. Для стиснення та подальшої обробки таких зображень потрібно підібрати оптимальні методи окремо для чітких та нечітких фрагментів, оскільки вони, як буде показано далі, мають різні статистичні характеристики.

#### IV. Застосування ентропії для виділення нечітких фрагментів об'єктів зображень

Згідно основних положень теорії інформації, середня довжина коду будь-якого контекстно-незалежного алгоритму не може бути меншою ентропії джерела, яка обчислюється за формулою Шенона

$$H = - \sum_i p(s_i) \log_2 p(s_i), \quad (1)$$

де  $p(s_i)$  – ймовірність появи елемента  $s_i$ . Ентропія джерела, як і середня довжина найефективнішого на сьогодні серед контекстно-незалежних алгоритмів арифметичного коду, зменшується при збільшенні нерівномірності розподілу ймовірностей між елементами [6]. Нечіткі фрагменти об'єктів зображень мають менші максимальні ймовірності елементів (а тому і більшу ентропію) від чітких. Більше того, довжина блоку ентропійного коду поєднання двох фрагментів не перевищує суму довжин блоків ентропійних кодів цих фрагментів (не враховуючи довжин заголовків блоків, де зберігається інформація про ймовірності окремих елементів) лише тоді, коли ймовірності появи окремих елементів у цих блоках однакові [7]. У нечітких та чітких фрагментах зображень ці ймовірності відрізняються, тому виділення та окреме стиснення нечітких фрагментів має підвищити ефективність контекстно-незалежного кодування.

Отже, для виділення нечітких фрагментів об'єктів на зображеннях виявимо групи пікселів з великою ентропією. З цією метою визначимо локальну ентропію (1) у всіх внутрішніх прямокутниках пікселів з шириною  $a$  та висотою  $b$  (рис. 2), замінюючи ймовірності відносними частотами. Наприклад, для найпоширеніших трикомпонентних кольорових RGB-зображень з частотою дискретизації 8 бітів по кожній компоненті (1) перепишеться у вигляді

$$H = - \sum_{i=0}^{255} \frac{N_i}{N} \times \log_2 \left( \frac{N_i}{N} \right), \quad (2)$$

де  $N = 3 \times a \times b$  – кількість значень яскравостей компонентів пікселів у прямокутнику (перший множник обумовлений кількістю компонентів),  $N_i$  – частота яскравості  $i$  серед компонентів пікселів у прямокутнику.

Після знаходження ентропії у кожному з внутрішніх прямокутників наближено обчислимо ентропію у кожному пікселі як середнє арифметичне значень локальних ентропій прямокутників, яким цей піксел належить, та виділимо на зображенні ті піксели, у яких знайдене середнє арифметичне перевищує граничне значення.

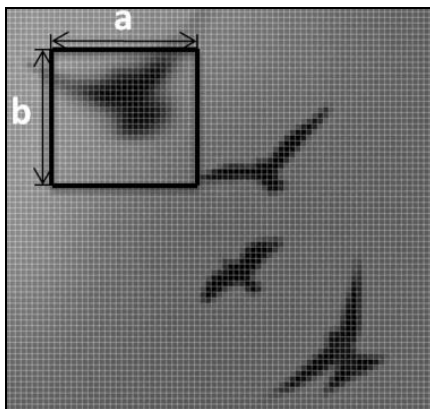


Рисунок 2 - Прямокутник для визначення локальної ентропії

Дієздатність наведеного алгоритму виділення нечітких фрагментів об'єктів зображень підтверджено на практиці, тому він може бути використаний не лише для стиснення, а й у графічних редакторах. Але на сьогодні ще залишається відкритим питання вибору оптимальних значень розмірів внутрішніх прямокутників та граничного значення ентропії. В перспективі планується також визначити вплив цього алгоритму на КС контекстно-незалежних алгоритмів як для дискретно-тонових, так і для фотореалістичних зображень.

### Висновки

В роботі класифіковано види, обґрунтовано та наведено алгоритм виділення нечітких фрагментів об'єктів зображень за допомогою ентропії для їх окремого подальшого опрацювання в графічних редакторах чи стиснення контекстно-незалежним алгоритмом. В процесі дослідження встановлено, що:

1. Під час обробки зображень усувати природні нечіткості недоцільно, оскільки це може призвести до спотворення відтворних у них об'єктів;
2. Зменшувати КС контекстно-незалежного алгоритму доцільно за рахунок виділення областей, які мають різні нерівномірності розподілу, наприклад, виділяючи чіткі та нечіткі фрагменти зображень.
3. Нечіткі фрагменти зображень мають, як правило, нижчий рівень кодової надлишковості від чітких, тому виділяти їх доцільно сукупностями пікселів, у яких наближене локальне значення ентропії перевищує граничне значення.
4. Результати використання ентропії з метою виділення нечітких фрагментів зображень доцільно застосовувати не лише під час контекстно-незалежного кодування, а й у графічних редакторах.

### Список використаних джерел

1. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 384 с.
2. Бомба А. Я. Энтропийні способи вибору предиктора для рядка пікселів у форматі PNG / А. Я. Бомба, О. В. Шпортько // Управляющие системы и машины. – 2010. – № 3. – С. 8-25.
3. Бредихин Д. Ю. Сжатие графики без потерь качества [Электронный ресурс] / Д. Ю. Бредихин. – 2004. – [http://www.compression.ru/download/articles/i\\_less/bredikhin\\_2004\\_lossless\\_image\\_compression\\_doc.rar](http://www.compression.ru/download/articles/i_less/bredikhin_2004_lossless_image_compression_doc.rar)
4. Elder J. H. Local Scale Control for Edge Detection and Blur Estimation / J. H. Elder, S. W. Zucker // IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1998. – Vol. 20, № 6. – P. 699-716.
5. Алиев М. В. Выделение контуров на малоконтрастных и размытых изображениях с помощью фрактальной фильтрации. [Электронный ресурс] / М. В. Алиев, А. Х. Панеш, М. С. Каспарьян. – Режим доступа: [http://www.vestnik.adygnet.ru/files/2012.1/1536/aliev2012\\_1.pdf](http://www.vestnik.adygnet.ru/files/2012.1/1536/aliev2012_1.pdf).
6. Бомба А. Я. Застосування арифметичного кодування у растровому графічному форматі PNG / А. Я. Бомба, О. В. Шпортько // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – 2010. – Вип. 2 (50). – С. 246-253. – (Серія: Технічні науки).
7. Шпортько О. В. Підвищення ефективності стиснення кольорових зображень у форматі PNG / О. В. Шпортько. – Дис. канд. техн. наук. – Рівненський державний гуманітарний університет. – Рівне, 2010. – 195 с.

## **СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОЇ МІКРОСКОПІЇ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ГІЛОК І ГРАНИЦЬ**

**Гаврилюк Р.І.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістр*

### **I. Постановка проблеми**

Системи автоматизованої мікроскопії (САМ) є апаратно-програмними системами, до складу яких входять моторизований керований мікроскоп, відеокамера, комп'ютер, функціональні програми-методики. В цілому САМ забезпечують [1] автоматизацію процесів ручного дослідження та підвищення продуктивності праці лікаря, підвищену точність аналізів, доступність трудомістких тестів, контролю якості, збір і архівування зображень препаратів, навчання, сервіс і сертифікацію.

### **II. Мета роботи**

Метою дослідження є удосконалення алгоритмів проектування апаратних і програмних структур САМ на множині існуючих апаратних засобів і алгоритмічного забезпечення.

### **III. Алгоритми структурного синтезу систем автоматизованої мікроскопії**

Типова структура апаратної частини САМ складається з системи вводу зображень, побудованої на базі мікроскопа, фотокамери, комп'ютера з програмним забезпеченням і принтера. Програмні системи морфометричного аналізу можна поділити на три групи: навчальні, спеціалізовані та універсальні. Універсальні системи призначені для обробки та аналізу препаратів довільної природи, в структуру яких входять алгоритми та функції, що забезпечують проведення комплексу операцій по редагуванню, попередній обробці і аналізу вхідних зображень.

Задачу синтезу структур систем відносять до найбільш важко формалізованих [2]. Вхідна інформація при структурному синтезі вміщує в собі опис вимог до властивостей проєктованого об'єкта, умови його функціонування і обмеження на елементний склад, а вихідна – відомості про склад системи і способи з'єднання елементів.

Метод гілок і границь є одним із найбільш популярних і ефективних методів неперервної та дискретної глобальної оптимізації [3]. В основу метода гілок і границь покладено той факт, що для отримання розв'язку задачі оптимізації допустиму множину рішень (планів) можна розбити на підмножини і знайти розв'язок задачі на кожній з них. В якості остаточного результату обирається найкращий з отриманих розв'язків. Іншою особливістю методу є можливість відкидання підмножин, на яких гарантовано не може бути розв'язку вихідної задачі. На базі даного методу розроблено підсистему мінімізації множини альтернативних рішень.

Проведено тестування часових характеристик роботи підсистеми мінімізації множини альтернативних рішень: залежності часу завантаження даних від кількості альтернативних рішень, залежності часу мінімізації від кількості вхідних рішень Використання спискових структур даних та багатопотоковості дало змогу покращити часові характеристики підсистеми.

### **Висновок**

Проведено аналіз існуючих методів проектування систем автоматизованої мікроскопії. Розроблено математичне забезпечення підсистеми мінімізації множини альтернативних рішень на основі методу гілок та границь. Розроблено інформаційне забезпечення підсистеми на основі спискових структур даних, що дало змогу забезпечити ефективну обробку альтернативних рішень.

### **Список використаних джерел**

1. Егорова О.В. Компьютерная микроскопия / О.В. Егорова, Е.И. Клыкова, В. Г. Пантелеев - М.: Техносфера, 2005. - 304 с.
2. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 336 с.
3. Наконечний С. І. Математичне програмування: Навч. посіб. / С. І. Наконечний, С. С. Савіна - К.: КНЕУ, 2003. - 452 с.

## МЕТОДИ СТИСНЕННЯ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Дорош А.Є., Гриб Х.Б., Любчик Д.М.

*Тернопільський національний економічний університет, магістри*

### І. Постановка проблеми

Сьогодні спостерігається постійних зріст ємностей запам'ятовуючих пристроїв, однак зростання об'ємів мультимедійних даних, що опрацьовуються в комп'ютерних системах та мережах, значно його випереджає, що робить актуальним задачу стиснення графічних зображень. Метою задачі стиснення графічних зображень є зменшення обсягу вихідного потоку інформації в бітах за допомогою її оборотного чи необоротного перетворення.

Типове зображення, отримане цифровою фотокамерою, має розширення 2048×1024, для передачі кольору зазвичай використовується 24 біта/піксель. Розмір такого зображення приблизно 6 мегабайт, при цьому якість його гірша, ніж на звичайній фотографії 10×15. Для забезпечення кращої якості зображення потрібно в 5-6 разів збільшувати розширення. Тому дуже актуальними є алгоритми стиснення зображень, які дають змогу отримати якісне зображення при відносно невеликому розмірі файла [1].

Ефективність стиснення залежить від об'єму цифрового сигналу, яким описується зображення. Об'єм цифрового сигналу характеризується кількістю біт на елемент (відлік) зображення. Вважається, що для високоякісного відтворення цифрових зображень необхідно, щоб на 1 елемент зображення припадало не менше 8 біт.

### II. Мета роботи

Метою роботи є аналіз методів стиснення зображень, їх класифікація, виділення переваг та недоліків кожного класу, розробка нового методу стиснення зображень.

### III. Аналіз методів стиснення графічних зображень

Для того, щоб проаналізувати методи стиснення графічних зображень скористаємось поняттям класу зображень. Під класом будемо розуміти деяку сукупність зображень, яка після застосування деякого методу стиснення дає якісно однакові результати. Наприклад, для одного класу алгоритм дає дуже високу степінь стиснення, для другого - майже не стискає, для третього - збільшує розмір файлу. Основними класами графічних зображень, що були розглянуті в роботі стали [1]:

- Клас 1. Зображення з невеликою кількістю кольорів (4-16) і великими областями, заповненими одним кольором. Приклади: ділова графіка - гістограми, діаграми, графіки.
- Клас 2. Зображення з плавними переходами кольорів, побудовані на комп'ютері. Приклади: графіка презентацій, ескізи моделі, зображення, побудовані по методу Гуро.
- Клас 3. Фотореалістичні зображення. Приклад: відскановані фотографії.
- Клас 4. Фотореалістичні зображення з накладанням ділової графіки. Приклад: реклама.

У роботі проаналізовані алгоритм стиснення графічних зображень та визначена їх ефективність при роботі із зображеннями різних класів. Серед алгоритмів, що аналізувались були алгоритм кодування довжин серій, Алгоритм Лемпеля – Зіва – Велча, алгоритм Хаффмана, алгоритм JPEG, ентропійні алгоритми.

### Висновок

У роботі проведено аналіз та класифікацію сучасних методів стиснення зображень. Виділено переваги та недоліки кожного класу зображень, виділено перспективи та галузі використання алгоритмів стиснення зображень кожного класу.

На основі проведеного аналізу розроблено новий метод стиснення графічних зображень, який виконує не тільки стиснення графічних зображень але і їх шифрування за рахунок формування таблиць символів лінійним конгруентним генератором псевдовипадкових чисел, в якості породжувального числа якого вводиться ключ шифру.

### Список використаних джерел

1. Ватолин Д.С. Алгоритмы сжатия изображений. (М.: МГУ им. М.В.Ломоносова: 1999).
2. Мюррей Дж.Д., Райпер У. Энциклопедия форматов графических файлов (К.: ВНУ: 1997).

## ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ СТИСНЕННЯ ДАНИХ НА ОСНОВІ РАНДОМІЗАЦІЇ

Коваль І.С., Семеляк М.Б.

*Тернопільський національний економічний університет, магістри*

Стрімкий розвиток поширення сенсорних мереж вимагають надійних каналів зв'язку, які могли б забезпечити велику віддаль передавання інформації, високу швидкість та низьку енергозатратність на передавання даних. Зрозуміло, що виконання всіх цих вимог є практично неможливим, тому в таких випадках як правило шукають компроміси, які зазвичай покращують одні характеристики за рахунок інших, так наприклад зниження енерговикористання при передачі одного біта, можливе за рахунок, зменшення швидкості або відстані. При цьому як показують дослідження що робота процесора сенсора споживає набагато менше енергії ніж використовується при передаванні.

Отже, доцільно використовувати різноманітні методи компресії даних, що дозволяє знизити вимоги до ширини каналу та більш раціонально використовувати енергоресурси, що є актуальним при автономному живленні.

В більшості випадків багато процесів не є сильно динамічними[1], тобто значення контрольованого параметру часто або тривалий час залишається незмінним (рис.1), або змінюється на незначну величину. Тому в таких випадках доцільно використовувати стиснення інформації.

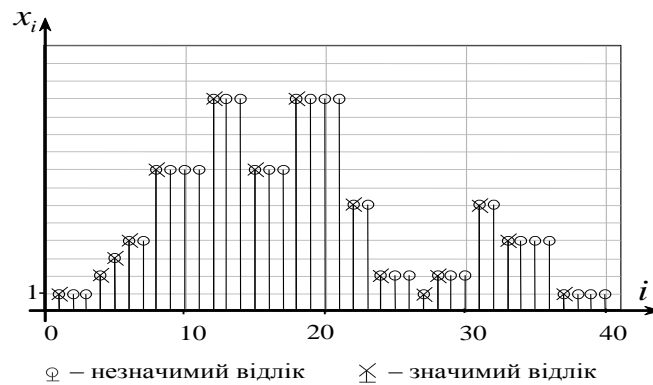


Рисунок 1 - Приклад технологічного процесу

Як видно з рисунку, в даному процесі присутні статичні ділянки, які можна стиснути, при цьому виділені значення, які є значимими, тобто змінилися, і не значимими, тобто тривалий час зберігають попереднє значення. При цьому слід відмітити, що в наведений приклад технологічного процесу, хоча й містить невеликі статичні ділянки, проте має певну динаміку, що більш точно наближає його до реальних процесів та робить класичні методи стиснення, або мало ефективними або взагалі неефективними (при збільшенні динаміки процесу). Класичний метод адаптивного стиснення полягає в тому, що кодуються тільки “значимі” відліки сигналу, а також їх номери.

Розрядність коду, при цьому, визначається за формулою ентропії Хартлі:  $E_x = \hat{E}[\log_2 A]$ , де  $A$  – діапазон квантування,  $\hat{E}$  - цілочисельна функція округлення до більшого.

В результаті такого адаптивного кодування формується наступний потік даних:  $\{i, x_i^*\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ , де  $x_i^*$  - значимий відлік,  $N$  - число відліків.

Розрядність коду номера значимого відліку визначається за формулою:  $l = \hat{E}[\log_2 N]$ .

В залежності від динамічності процесу, кількість значимих відліків  $j$  може змінюватися в діапазоні  $1 \leq j \leq N$ .

Коефіцієнт стиснення при цьому рівний:  $K_c = \frac{\hat{E}[\log_2 A] \cdot N}{j \cdot (\hat{E}[\log_2 A] + \log_2 N)}$

де  $A$  – діапазон квантування,  $N$  – кількість відліків у вибірці,  $j$  – кількість значимих відліків.

При цьому: для  $j=1$ , коефіцієнт стиснення максимальний; при  $j=N/2$ , коефіцієнт стиснення рівний 1; при  $j=N$  коефіцієнт стиснення рівний 0,5. Тобто класичний метод стиснення ефективний тільки при  $j < 0.5N$ .

В роботі[1] запропоновано використання методу рандомізації, для впорядкування початкової вибірки по зростанню, а потім застосуванню стиснення(рис.2). З рис. 1 видно, що в початковому масиві є однакові значимі відліки (наприклад  $x_1$  та  $x_{27}$ ,  $x_4$  та  $x_{24}$ ). Тому, вводиться поняття “групового значимого” – це відлік, значення якого відмінне від наступного, і окрім того його значення повинно бути рівним одному з “значимих” попередніх відліків. Таким чином, на рис. 1 є 6 значимих і 8 групових значимих значень.

Після впорядкування по зростанню кодувати потрібно амплітуду і номер значимих відліків, тільки номер значимих групових і не потрібно кодувати незначимих. Позначивши через  $x_a$  – значимі,  $x_g$  – групові значимі відліки, послідовність  $X$  можна записати в наступному вигляді:

$$x_a, N_{x_a}, 0, N_{x_g}, 0, N_{x_g}, 0, N_{x_g}, 0, \dots, 1, x_a, N_{x_a}, 0, N_{x_g}, 0, N_{x_g}, 0, N_{x_g}, 0, \dots, 1, x_a, N_{x_a}, 0, N_{x_g}, \dots$$

де  $N_{x_g}$ ,  $N_{x_a}$  – номери відповідно групових і значимих відліків у початковому неупорядкованому масиві  $X$ ,

«0»– означає що за ним слідує номер відліку з амплітудою, значення якої слідує після кожної нової «1». Стиснена послідовність наведена на рис.3.

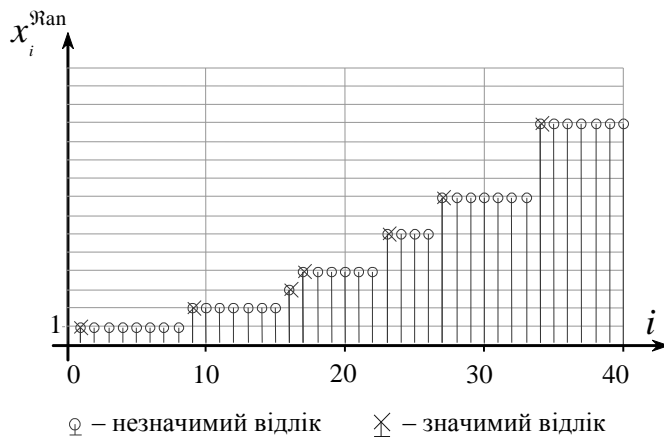


Рисунок 2 - Впорядкований масив X

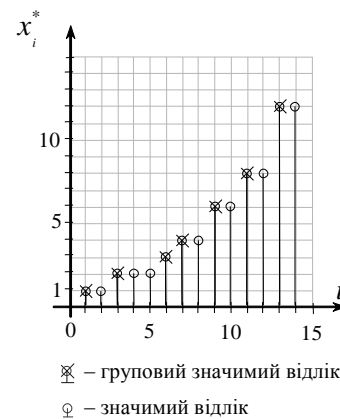


Рисунок 3 - Стиснений масив X

При цьому, як видно з рис.2-3 дані в масиві впорядковані по зростанню та відрізняються на незначну величину, звідки видно, що кодувати кожне значиме значення повним значенням амплітуди є недоцільним, ефективно при цьому кодувати лише прирости від попереднього значення, що дозволить додатково підвищити ефективність кодування в порівнянні з відомим методом описаним в [1]. При цьому ефективність такого підходу зростатиме зі збільшенням розрядності, що використовується для представлення аналогового сигналу.

Застосування рандомізації типу впорядкування по зростанню при використанні адаптивного методу стиснення даних дозволяє суттєво підвищити коефіцієнт стиснення. Якщо класичний метод стиснення ефективний при кількості значимих відліків  $j < 0.5N$ , то при застосуванні рандомізації метод ефективний при  $j < (0.7 \div 0.9)N$  в залежності від співвідношення “значимих” і “групових значимих” відліків. Ефективність методу зменшується при зростанні числа “значимих” (тому що треба реєструвати їх амплітуду і номер), і збільшується при зростанні числа групових значимих (для яких фіксується тільки номер). При збільшенні розрядності діапазону квантування ( $E_x$ ) ефективність методу також підвищується. Використання методу кодування значимих значень на основі приростів дозволяє знизити надлишковість та підвищити ефективність стиснення даних.

### Список використаних джерел

1. Lazarowych I.M., Nikolaychuk J.M. Method of randomization and its application for adaptive data compression // Proc. of Second IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Application IDAACS'2003 – Lviv, Ukraine, 2003. P.362-364.



## СИСТЕМАТИЗОВАНИЙ ОГЛЯД ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ОБРОБКИ ЗВУКОВИХ ДАНИХ

Маркелов О.Е.<sup>1)</sup>, Мельник М.Р.<sup>2)</sup>, Косовський В.М.<sup>3)</sup>

*Національний університет «Львівська політехніка»*

*<sup>1)</sup> старший викладач; <sup>2)</sup> асистент; <sup>3)</sup> магістр*

### I. Постановка проблеми

Інтелектуальні мовні рішення, що дозволяють автоматично синтезувати і розпізнавати людську мову, є наступною сходинкою розвитку інтерактивних голосових систем [1]. Такі технології призначені для звукового дубляжу і реагувати на людський голос. Вони мають безліч застосувань: спілкуватися з комп'ютером без клавіатури, послуги зв'язку, надання допомоги людям з обмеженими аудіо можливостями тощо [2].

### II. Мета роботи

Необхідно створити систему інтелектуальної обробки звукових даних, для цього потрібно знайти бібліотеки програмних засобів.

### III. Огляд та короткі характеристики програмних бібліотек

Бібліотека **dsPIC30F** підтримує голосове управління додатками зі словником до 100 слів. Вимагає невеликих затрат ресурсів для обробки даних. Призначена для роботи з контролерами на процесорах: dsPIC30F5011, dsPIC30F5013, dsPIC30F6012 і dsPIC30F6014. Характерною особливістю бібліотеки є: обробка даних в той момент, коли виявлено закінчення слова, отримані слова ідентифікуються за допомогою прихованих моделей Маркова [3].

**Sphinx** – система розпізнавання мови, повністю написана на мові програмування Java™. Така система здатна розпізнавати окремі слова та неперервний набір слів. Узагальнена модульна архітектура включає в себе інструмент попередньої корекції, зважувальну функцію Хеммінга, швидке перетворення Фур'є, частотний фільтр, дискретне косинусоїдальне перетворення.

**Pocketsphinx** – це бібліотека яка є залежною від іншої бібліотеки під назвою SphinxBase яка забезпечує загальну функціональність усіх CMUSphinx проектів [4].

**Julius** - високопродуктивна бібліотека для розпізнавання звукових даних. Використовується два проходи для пошуку слів у словнику, пошуку слів здійснюється в реальному часі. Бібліотека незалежна від структурних моделей, можуть бути використані різні варіації типів прихованих моделей Маркова. Основною операційною системою є Linux, але є можливість також використання бібліотеки у операційній системі Windows. Для використання бібліотеки необхідна модель природної людської мови, а також акустичні моделі мови. Julius розпізнає акістичні моделі у форматі ASCII, HTK, ARPA [5].

**iATROS** – це нова реалізація попередніх методів розпізнавання мови яка була адаптована для рукописного розпізнавання тексту. iATROS має модульну структуру, яка може бути використана для створення різних систем. iATROS забезпечує стандартні інструменти для обробки і розпізнавання, он-лайн розпізнавання мови (на базі модулів ALSA). iATROS складається з двох модулів попередньої обробки, функції вилучення та основного модулю розпізнавання. Модулі попередньої обробки і функція вилучення аудіо даних забезпечують видобуток векторів ознак для визнання мовних асоціацій за допомогою прихованих моделей Маркова і мовних моделей, виконує пошук кращих гіпотез голосових даних [6].

**RWTH ASR** – бібліотеки розпізнавання мови з відкритим програмним кодом. Бібліотеки включають в себе інструменти для розробки акустичних моделей і декодерів, а також інструменти для навчання. Підтримуються акустичні моделі у форматі ARPA. Програмне забезпечення працює на Linux і Mac OS X. Інструментарій опублікований під відкритою ліцензією яка є похідною ліцензією від QPL [7]. Дана ліцензія надає безкоштовне використання в тому числі і для некомерційного використання [8].

Компанія IBM реалізувала специфікацію **JSAPI** та створила інструмент для розпізнавання звукових даних на мові програмування Java™, який заснований на ViaVoice технології, що забезпечує безперервне розпізнавання звукових даних (розпізнавання мови) і перетворення тексту в мову (синтез мови). ViaVoice включає можливість розширення словникового запасу до двох мільйонів слів. На даний час підтримуються наступні мови: англійська, португальська, французька,

німецька, італійська та іспанські мови повністю, а також японська. Інструмент працює на платформах операційних систем Windows та Linux і може бути завантажений з веб-сайту IBM AlphaWorks [9].

**NICO SPEECH** – інструментарій, що розроблений для автоматичного розпізнавання звукових даних. Включає набір інструментів для редагування звукових даних. NICO SPEECH може слугувати для створення фонем. Фонем можуть бути об'єднані у файли з мітками («label files»), що містять одну фонему в основному рядку. Ці файли в свою чергу можуть бути також об'єднані в N-вихідних одиниць (одна одиниця для кожної фонем). «LabelListFile» є списком різних фонем таких, що кількість цільових значень в слові дорівнює числу рядків в «LabelListFile». Крім того, програма повинна знати кількість зразків для кожного висловлювання, тому потрібно дати файл даних з одного довільного іншого потоку і розмір цього потоку. Каталог і розширення вхідного файлу, мітка файлу може бути задана з різними властивостями [10].

З метою порівняння бібліотек програмних засобів, в таблиці 1 зведено їх основні характеристики.

Таблиця 1

Характеристики бібліотек розпізнавання звукових даних

Бібліотека	dsPIC30F	Pocket Sphinx	Julius	iATROS	RWTH ASR	ViaVoice 0.02	NICO SPEECH
Характеристика	1	2	3	4	5	6	7
Мова програмування	Асемблер	C	C	C	C++	java	C
Акустична модель, kHz	16	8; 16	16	8; 16	16	16	16
Формат вхідних даних	WAV	WAV	WAV, RAW	WAV	WAV	WAV	WAV, kth, cmu, Au, nist, binary
Тип акустичної моделі	Напівнеперервна	Напівнеперервна, зв'язна, неперервна	Напівнеперервна, зв'язна, неперервна	Напівнеперервна, зв'язна, неперервна	Напівнеперервна, зв'язна, неперервна	Неперервна	Зв'язна
Час розпізнавання, msec	<500	Залежить від параметрів апаратної системи	Залежить від параметрів апаратної системи	Залежить від параметрів апаратної системи	Залежить від параметрів апаратної системи	Залежить від параметрів апаратної системи	Залежить від параметрів апаратної системи
Навчання (внесення звукових еталонів)	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Розмір словника, слів	100000	2000	60000	30000	90000	280000	-
Тип ліцензії	GNU GPL	BSD	BSD	GNU GPL	QPL	LGPL	BSD
Ціна	\$5	-	-	-	-	-	-
Особливості інтеграції	Статична Бібліотека	Статична бібліотека	Статична бібліотека	Динамічна бібліотека	Статична бібліотека	Динамічна бібліотека	Статична бібліотека
Операційна система	Windows	Linux, Windows, Mac OS X, iPhoneOS	Linux, Windows, Mac OS X, FreeBSD, Sun Solaris	Mac OS X	Linux, Mac OS X	Windows, Linux, Mac OS X	Linux, Windows, Sun Solaris

Формули визначення придатності бібліотеки до застосування на основі критеріальної функції: мінімізація витрат. Необхідно знайти серед елементів  $x$ , що утворюють множину  $X$ , такий елемент  $x^*$ , що виражає мінімальне значення функції  $f(x^*)$  заданої функції  $f(x)$ . Допустима множина  $X$ :

$$X = \{\bar{x} \mid g_i(\bar{x}) \leq 0, i = 1, \dots, 7\} \subset R^n, \text{ де} \quad (1)$$

$g_i(\bar{x})$  – обмеження цільової функції  $f(x)$ .

Зображення множини  $X$  в просторі  $R$ :  $X \rightarrow R$  (2)

Тоді вирішити задачу:

$$f(x) \rightarrow \min_{\bar{x} \in X} \quad (3)$$

означає знайти  $\bar{x}^*$ , таке що:

$$\bar{x}^* \in X : f(\bar{x}^*) = \min_{\bar{x} \in X} f(\bar{x}) \quad (4)$$

Максимізація функціональності. Необхідно знайти серед елементів  $y$ , що утворюють множину  $Y$ , такий елемент  $y^*$ , що виражає максимальне значення функції  $l(y^*)$  заданої функції  $l(y)$ .

Допустима множина  $Y$ :

$$Y = \{\bar{y} \mid k_j(\bar{y}) \leq 0, j = 1, \dots, 7\} \subset N^n, \text{ де} \quad (5)$$

$k_j(\bar{y})$  – обмеження цільової функції  $l(y)$ .

Зображення множини  $Y$  в просторі  $N$ :  $Y \rightarrow N$  (6)

Тоді вирішити задачу:

$$l(y) \rightarrow \max_{\bar{y} \in Y} \quad (7)$$

означає знайти  $\bar{y}^*$ , таке що:

$$\bar{y}^* \in Y : l(\bar{y}^*) = \max_{\bar{y} \in Y} l(\bar{y}) \quad (8)$$

### Висновок

У роботі досліджено програмні бібліотеки розпізнавання звукових даних, наведено їх систематизовану порівняльну характеристику. Використовуючи формули для мінімізації витрат та максимізації функціональності визначаємо програмну бібліотеку, котра найбільш придатна для реалізації системи розпізнавання звукових даних. Такою бібліотекою є ViaVoice 0.02.

### Список використаних джерел

- 10,000+ Speech Topics Problem Solution Speech Topics [Електронний ресурс] / Speech Topics Help, Advice & Ideas. – 2012 – Режим доступу:<http://www.speech-topics-help.com/index.html>. – Назва з домашньої сторінки інтернету.
4. Myron D. Speech Technology [Електронний ресурс] / Myron D. – 2001. – Режим доступу:<http://www.speechtechmag.com>. – Назва з домашньої сторінки інтернету.
5. dsPIC30F Speech Recognition Library [Електронний ресурс] : (проект) / Microchip Technology Inc. – Електрон. дан. (4 файли) – 2004-2008 - Режим доступу: [http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en023596](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en023596). – Назва з домашньої сторінки інтернету.
6. CMUSphinx [Електронний ресурс] / Carnegie Mellon University. – 2012. – Режим доступу: <http://cmusphinx.sourceforge.net/wiki/tutorialpocketsphinx>. – Назва з домашньої сторінки інтернету.
7. Open-Source Large Vocabulary CSR Engine Julius [Електронний ресурс] / Kawahara Lab., Kyoto University. – 1991-2011. – Режим доступу:<http://julius.sourceforge.jp/juliusbook/en/>. – Назва з домашньої сторінки інтернету.
8. iDoc: Interactive Analysis, Transcription and Translation of Old Text Documents [Електронний ресурс] : (проект) / Alabau V., Luján M., Pastor M. – 2006-2009. – Режим доступу:<https://prhlt.iti.upv.es/page/projects/multimodal/idoc/iatros>. – Назва з домашньої сторінки інтернету.
9. Trolltech AS. The Q Public License Version 1.0 [Електронний ресурс] / Trolltech AS. – 1991. – Режим доступу:<http://www.opensource.org/licenses/QPL-1.0>. – Назва з домашньої сторінки інтернету.
10. The RWTH Aachen University Speech Recognition System. RWTH ASR – [Електронний ресурс] / J. Löff, C. Gollan, S. Hahn, G. Heigold, B. Hoffmeister, C. Plahl, D. Rybach, R. Schlüter, H. Ney. – 2007. – Режим доступу:<http://www-i6.informatik.rwth-aachen.de/rwth-asr/>. – Назва з домашньої сторінки інтернету.
11. Satish Swaroop Create applications with speech recognition and synthesis using IBM Speech for Java [Електронний ресурс] / Satish Swaroop. – 2001. – Режим доступу:<http://www.ibm.com/developerworks/ibm/library/i-voice/>. – Назва з домашньої сторінки інтернету.
12. Neural Inference COmputation SPEECH TOOLS [Електронний ресурс] / department for Speech, Music and Hearing at KTH, Stockholm. – 2006. – Режим доступу:<http://nico.nikkostrom.com/doc/sptools.html>. – Назва з домашньої сторінки інтернету.

## ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СЕГМЕНТАЦІЇ ПІВТОНОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ

**Матвійків В.П.**

*Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка, аспірант*

Існує велика кількість методів сегментації зображень, які в якості вхідної інформації використовують півтонові зображення. Для підвищення якості сегментації в деяких задачах виникає необхідність такого перетворення кольорових зображень в півтонові, щоб при цьому результати обробки суттєво залежать від того наскільки півтоновий варіант зберігає і підкреслює індивідуальні характеристики початкового кольорового зображення. Для цього часто використовуються перетворення кольорового зображення в півтонове з фіксованими коефіцієнтами [1].

Для простору кольорів RGB найчастіше використовуються такі методи перетворення у відтінки сірого:

$$H_{i,j} = 0.3 * R_{i,j} + 0.59 * G_{i,j} + 0.11 * B_{i,j} \quad (1)$$

або

$$H_{i,j} = (R_{i,j} + G_{i,j} + B_{i,j}) / 3, \quad (2)$$

де  $H_{i,j}$  – яскравість пікселя з координатами  $(i,j)$  в перетвореному зображенні,  $R_{i,j}$ ,  $G_{i,j}$ ,  $B_{i,j}$  – яскравість червоної, зеленої та синьої складової пікселя з координатами  $(i,j)$  в початковому кольоровому зображенні.

Перший метод враховує психофізіологічні особливості сприймання кольору людиною, другий – є середнім значенням компонентів моделі RGB [1].

Такі півтонові перетворення добре передають значення інтенсивності пікселів кольорових зображень, проте у випадку наявності пікселів з різними кольорами, але з однаковою інтенсивністю півтонове зображення буде непридатним для сегментації. Наприклад, області червоного (255,0,0), зеленого (0,255,0) та синього (0,0,255) кольорів згідно перетворення (2) будуть представляти однотонну картинку.

Для отримання півтонових зображень, які б максимально підкреслювали індивідуальні характеристики кольорового зображення, необхідно використовувати алгоритми перетворення, які базуються на статистичних властивостях зображень. Одним із таких алгоритмів є перетворення, що базується на методі головних компонентів [2], який полягає у виконанні наступних кроків:

1. Кольорове зображення розміром  $M \times N \times 3$  представити у вигляді  $C$  матриці  $(M * N) \times 3$ .
2. За допомогою методу головних компонентів обчислити власні вектори  $V_1, V_2, V_3$ .
3. Знайти вектор кольорів  $H$  довжиною  $(M * N)$ :

$$H = C * V_1, \quad (3)$$

4. Перетворити отриманий вектор  $H$  в матрицю півтонового зображення  $M \times N$ .
5. Нормалізувати отримане зображення.

Для оцінки якості перетворення доцільно використати підхід, що базується на обчисленні кількості граничних пікселів зображення [3]. Також про якість перетворення вказує стандартне відхилення елементів перетворення, яке є по суті мірою контрастності зображення.

Для виявлення границь півтонових зображень найчастіше використовують детектори Канні, Собела, Превіта та Робертса [3,4]. На рис. 1а наведено фрагмент зображення (№ 124084 з набору Berkeley Segmentation Dataset), перетвореного в градації сірого за допомогою наведеного алгоритму.

Для оцінки якості перетворення згідно (4) було використано детектор Собела з пороговим значенням  $T=0.1$ . На рис. 1 наведені отримані границі фрагменту зображення для перетворення в градації сірого за допомогою методу головних компонентів (рис. 1б), за допомогою методу усереднення (рис. 1в) та за допомогою методу, що враховує психофізіологічні особливості сприймання кольору (рис. 1г).

На рис. 1д та 1е наведено різницю між границями побудованими над перетворенням за допомогою методу головних компонентів та перетвореннями (1) та (2) відповідно.

Результат роботи детектора Собела з порогом  $T=0.1$  над зображенням 1а. (в,д) Результат роботи детектора Собела над перетвореннями (2) та (1) відповідно. (д) Різниця між зображеннями 1б та 1г. (е) Різниця між зображеннями 1б та 1в.

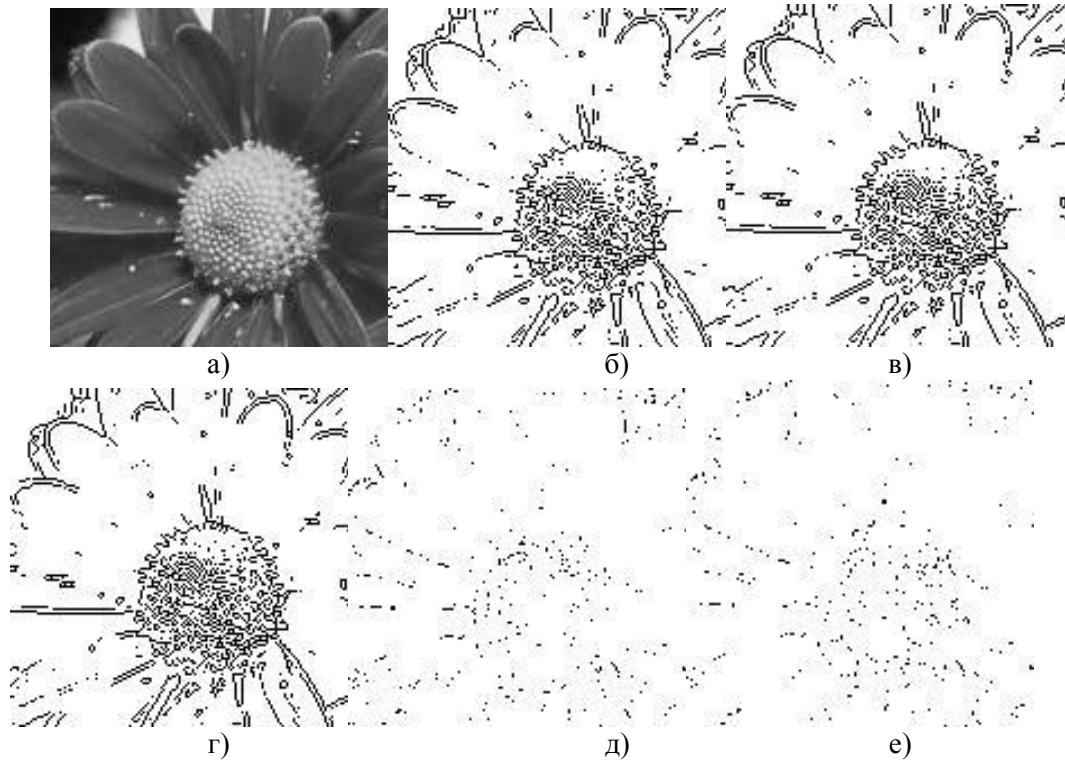


Рисунок 1 - (а) Зображення, перетворене у відтінки сірого за допомогою методу головних компонентів. (б) Як видно з рис. 1д та 1е за допомогою перетворення у відтінки сірого згідно методу головних компонентів, було отримано більше граничних пікселів, що дозволяє зробити висновок про більшу ефективність даного алгоритму над аналогами. В таблиці 1 наведені сумарні показники описаних методів перетворення.

Таблиця 1

Оцінка якості роботи алгоритмів перетворення кольорових зображень в півтонові

Алгоритм	Перетворення за допомогою методу головних компонентів	Перетворення згідно (1)	Перетворення згідно (2)
Оцінка			
Кількість граничних пікселів	9631	9587	9366
Середньоквадратичне відхилення	44.1317	42.3240	37.4815

На вибірці із 20 зображень за допомогою даного методу кількість граничних пікселів в середньому отримувалась на 2 % більше, аніж в аналогів, при цьому середньоквадратичне відхилення було більшим в середньому на 3-5 %.

Отже, наведений алгоритм перетворення кольорових зображень в півтонові на основі методу головних компонентів в загальному є більш інформативним і дозволяє більш ефективно зберігати і підкреслювати індивідуальні характеристики початкового кольорового зображення.

#### Список використаних джерел

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений. / Р. Гонсалес, Р. Вудс – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Єріна А. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2001. – 170 с.
3. Прет У. Цифровая обработка изображений – М.: Мир, 1982. – Кн. 1 – 312 с.
4. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный подход. / Д. Форсайт, Ж. Понс – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2004. – 928 с.

## ВПЛИВ ШУМУ НА ПОХИБКУ САМОПОВІРКИ АНАЛОГО-ЦИФРОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Нікулін Ю.В.<sup>1)</sup>, Кочан Р.В.<sup>2)</sup>, Кочан В.В.<sup>3)</sup>

<sup>1,3)</sup> Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> магістр; <sup>3)</sup> к.т.н., доцент

<sup>2)</sup> Національний університет "Львівська Політехніка", к.т.н., доцент

### I. Постановка проблеми

Масовий випуск мікроконтролерів, оснащених вбудованими аналого-цифровими перетворювачами (АЦП), їх широке використання, жорстко ставить проблему трудомісткості їх метрологічного обслуговування, зокрема, періодичної повірки, яка вимагає зупинки системи, демонтажу АЦП, доставки його у лабораторію, власне повірки, зворотної доставки, монтажу АЦП, запуску системи. На цю проблему накладається протиріччя між кількістю АЦП та можливістю їх повірки. Ідеальним рішенням було б оснащення АЦП вбудованою підсистемою самоповірки. Вона повинна би використовувати відомі [1] процедури встановлення нуля та калібрування АЦП, однак їх недостатньо для повної повірки через те, що, при деградації АЦП або інших елементів (зокрема, конденсаторів блока живлення), зростає нелінійність АЦП, яку процедури встановлення нуля і калібрування "ховають". Тому при самоповірці необхідний також контроль нелінійності АЦП. В [2] запропоновано метод самоповірки АЦП, який базується на другому законі Кірхгофа.

### II. Мета роботи

Метою роботи є дослідження впливу шуму прецизійних АЦП на похибку їх самоповірки однією з модифікацій методу, запропонованого в [2].

### III. Базовий метод самоповірки АЦП

Запропонований в [2] метод самоповірки АЦП полягає у тому, що при ідеальному АЦП результат перетворення  $U_{\Sigma Ri}$  суми спадів напруги на  $n$  послідовно з'єднаних резисторах одного номіналу  $R_1 \dots R_n$ , підключених до виходу джерела напруги калібрування  $U_{REF}$  (рис. 1), рівний сумі результатів перетворення спадів напруги на окремих резисторах  $\Sigma U_{Ri}$ . При нелінійному АЦП виникає різниця між  $\Sigma U_{Ri}$  і  $U_{\Sigma Ri}$ , що дає змогу обчислити похибку нелінійності згідно рис. 2.

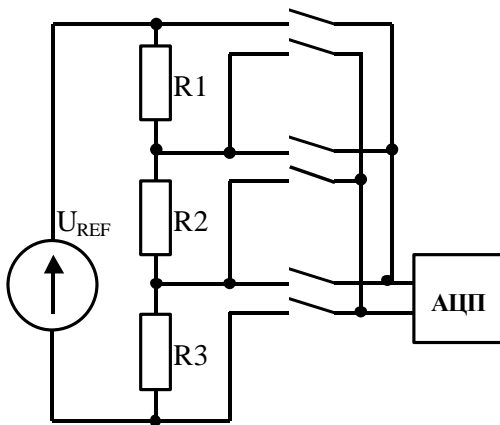


Рисунок 1 - Схема визначення похибки нелінійності в точці 1/3 діапазону перетворення АЦП

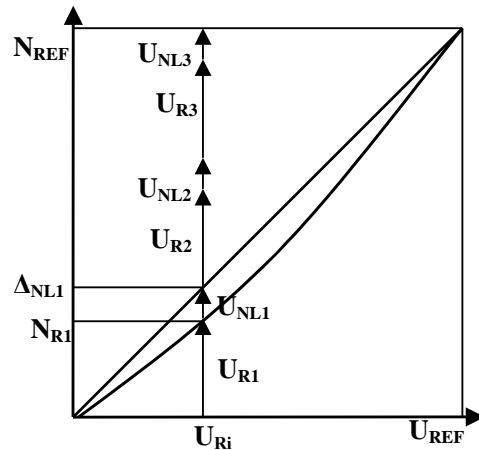


Рисунок 2 - Визначення похибки нелінійності в точці 1/3 діапазону перетворення АЦП

Опір кожного резистора  $R_i$  можна представити як середнє значення опору  $R$  та індивідуальних відхилень  $\delta_i$ , тобто  $R_i = R(1 + \delta_i)$ . Тоді середнє значення опору  $R$  рівне

$$R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R(1 + \delta_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i = \frac{1}{n} nR + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i = R + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i, \text{ звідки } \sum_{i=1}^n \delta_i = 0,$$

тобто відхилення опору резисторів  $R_i$  від  $R$  не впливає на середнє значення опору  $i$ , тим самим, на середній спад напруги на них. Оскільки резистори  $R1...Rn$  однакового номіналу, то, згідно рис. 2,  $U_{R1} \approx U_{R2} \approx U_{R3} \Rightarrow \Delta_{NL1} \approx \Delta_{NL2} \approx \Delta_{NL3}$  і похибку нелінійності  $\Delta_{NL/n}$  в точці  $1/n$  можна визначити як  $\Delta_{NL/n} = \frac{1}{n}(N_{REF} - \sum_{i=1}^n N_i)$ , де  $N_{REF}$ ,  $N_i$  – результати перетворення напруги  $U_{REF}$  та спаду напруги на резисторах  $R1...Rn$  відповідно.

#### IV. Модифікація базового методу самоперевірки АЦП

Однак базовий метод дає можливість визначення похибки нелінійності лише в нижній половині діапазону перетворення АЦП. Пропонується визначити нелінійність АЦП базовим методом, провести її корекцію (отримати високу точність в нижній половині діапазону перетворення АЦП), виміряти спади напруги на резисторах, близьких до  $U_{REF}$ , обчислити спади напруги на всіх резисторах і повірити АЦП на всьому діапазоні перетворення (рис. 3).

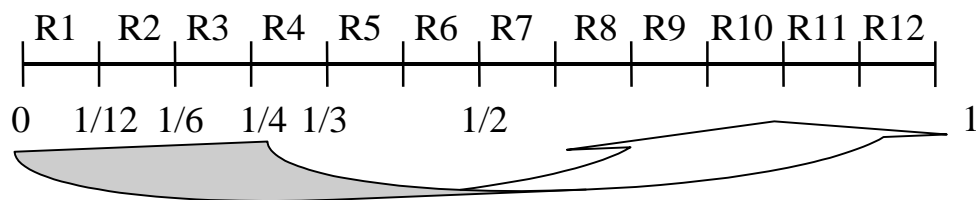


Рисунок 3 - Визначення похибки нелінійності АЦП модифікованим базовим методом

#### V. Результати дослідження впливу шумів АЦП на невиключену похибку його самоперевірки

Основний вплив на похибку самоперевірки АЦП має невиключена похибка від шуму АЦП. Аналітично її оцінити важко, тому використано метод імітаційного моделювання. На рис. 4 показана максимальна похибка 100 варіантів розподілу невиключеної похибки по діапазону перетворення 24-х розрядного АЦП типу AD7714 при дії випадкового шуму  $\pm 6$  квантів, який відповідає його технічним характеристикам.

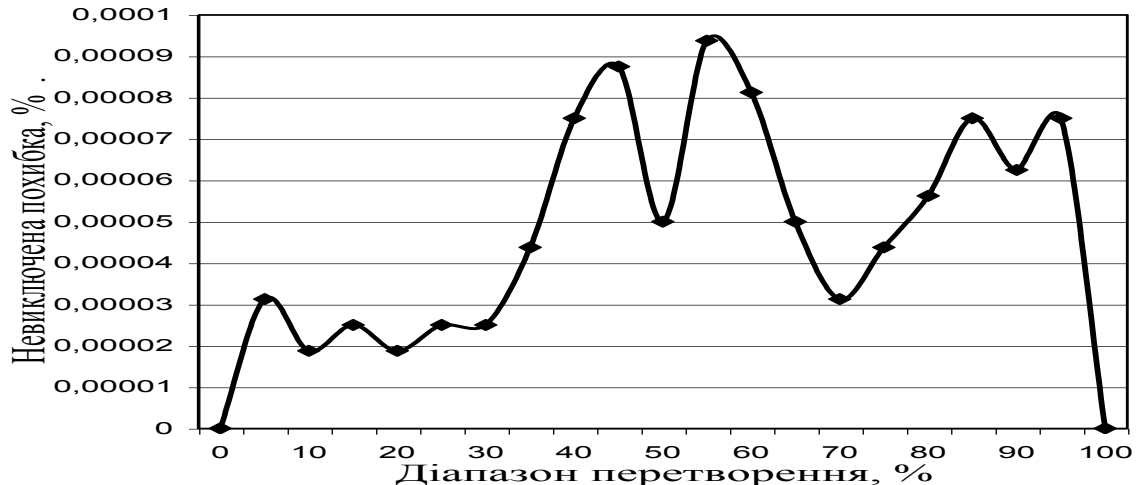


Рисунок 4 - Невиключена похибка від дії шуму  $\pm 6$  квантів для 24-х розрядного АЦП

#### Висновок

Досліджена модифікація базового методу самоперевірки АЦП може забезпечити невиключену похибку, яка годиться для побудови підсистем самоперевірки АЦП найвищої точності.

#### Список використаних джерел

1. Земельман М.А. Точный аналого-цифровой преобразователь на грубых элементах // "Измерительная техника", 1964, №9, с. 36-43.
2. Пат. а200805621 Україна, МПК 7Н01Н51/00. Спосіб перевірки аналого-цифрових перетворювачів на місці експлуатації / Кочан Р.В., Кочан О.В. Заявл. 29.04.2008.

## МЕТОД СТИСНЕННЯ ВІДЕОДАНИХ НА ОСНОВІ ЕНТРОПІЙНОГО АНАЛІЗУ

Полюшкевич В.А.<sup>1)</sup>, Паздрій І.Р.<sup>2)</sup>, Осадчук О.Й.<sup>3)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> магістр; <sup>2)</sup> к.т.н., доцент*

*<sup>3)</sup> Тернопільський обласний онкологічний диспансер, лікар УЗД*

### І. Постановка проблеми

На сьогоднішній день досить актуальною є проблема зберігання та передачі інформації у цифровому виді. Для одержання компактних інформаційних представлень застосовуються технології ощадливого кодування [1]. Їх використання дозволяє істотно знизити вимоги, пропонувані до обсягу інформаційних носіїв, а також відчутно збільшує швидкість передачі інформації з каналів зв'язку.

Передача інформації є основною областю застосування ощадливого кодування. Тому першочерговим завданням є організація ефективної телевізійної та мультимедійної передачі інформації. Як відомо, відеоінформація являє собою найбільш об'ємний тип інформації. З обліком обмеженої пропускної здатності цифрових каналів, щоб гарантувати високу якість передачі зображень, необхідно забезпечити їх досить ефективне кодування (якість передачі прямо залежить від обсягу інформації, переданого в одиницю часу). Як наслідок, протягом останніх двадцяти років значні зусилля направляються на розробку технологій ефективного подання зображень. Цій проблемі і присвячена дана робота.

### II. Мета роботи

Метою запропонованої роботи є дослідження існуючих та розробка нового методу стиснення відеоданих на основі ентропійного аналізу.

### III. Особливості методу стиснення відеоданих на основі ентропійного аналізу

Вибір напрямку дослідження ґрунтується на результатах порівняльного аналізу існуючих алгоритмів ощадливого кодування. З метою зниження обчислювальної складності на практиці довгий час застосовувалися спрощені методи інформаційного моделювання й генерації коду. Як моделі бралися найпростіші комбінаторні моделі, а генерація коду здійснювалася з використанням найбільш швидких реалізацій префіксного кодування.

У теперішній час постановка завдання змінилася: на перший план стала всі частіше виходити ефективність кодування. Сьогодні стає доцільним застосування більше складних технологій кодування, зокрема, на основі ентропійного аналізу [2], які дозволяють досягти максимально компактного інформаційного подання.

У роботі проведений аналіз існуючих технологій одержання компактних представлень відеоінформації з погляду способу організації ощадливого кодування на основі ентропійного аналізу та пошук можливих шляхів підвищення їхньої ефективності. Розроблено та досліджено імовірнісні методи для підвищення ефективності ощадливого кодування відеозображення на основі аналізу ентропії інформації. Показано, що ентропійне кодування відеоінформації із застосуванням квантування яскравостей зображення є оптимальним методом кодування з метою зменшення розміру зображення із зберіганням інформативності.

Шляхом зіставлення експериментальних досліджень із результатами теоретичного моделювання зафіксовано кількісний оптимальний коефіцієнт ентропії, за яким повинні співвідноситися рівні яскравостей зображення для отримання найкращого результату. Виявлено, що в результаті кодування розмір зображення при зменшенні кількості кольорів з 256 до 16 зменшився у 6 разів, що обумовлено великою кількістю "кластерів" на зображенні з однаковими рівнями яскравості, які можна представити у коротшому коді, ніж початкове зображення.

### Висновок

У роботі проведено дослідження існуючих та запропоновано новий метод стиснення відеоданих на основі ентропійного аналізу.

### Список використаних джерел

1. Левенштейн В.И. Об избыточности и замедлении делимого кодирования натуральных чисел / Левенштейн В.И. – М.: Мир, – 2002. – 197 с.
2. Куренков Н.И. Энтропийный подход к решению задач классификации многомерных данных / Куренков Н.И. Ананьев С.Н. – М.: Радио и связь, – 2006. – 365 с.



## МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИСОКО-КОНТРАСТНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ГРАФІЧНОМУ ЗОБРАЖЕННІ НА БАЗІ АЛГОРИТМУ ПЕРСЕПТИВНОГО ХЕШУВАННЯ

Пукас А.В.<sup>1)</sup>, Сороцький А.Т.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет  
<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр

### І. Постановка проблеми

Розробка методів ідентифікації об'єктів на графічному зображенні є актуальною науково-технічною задачею, вирішення якої покращить роботу систем динамічного розпізнавання образів у режимі реального часу, зокрема для розпізнавання дорожніх знаків, облич, контролю якості виробів та інших. Сучасні тенденції розвитку методів розпізнавання розвиваються в напрямку підвищення швидкодії та зниження апаратних затрат.

### ІІ. Мета роботи

Метою роботи є розробка та дослідження нового методу ідентифікації високо-контрастних об'єктів на зображенні на базі алгоритму перцептивного хешування, який на відміну від існуючих, зокрема кореляційних методів, відзначається вищою швидкістю та нижчими вимогами до апаратних ресурсів.

### ІІІ. Дослідження методу перцептивного хешування

Основний принцип роботи алгоритмів хешування полягає у генерації хеш-сум бінарних зображень для порівняння. Хеш-суми отримуються шляхом аналізу та опрацювання зображень, для яких вони є квазі-унікальними.

Існує декілька алгоритмів генерації хеш-суми з зображення [1]. Усі вони є простими у реалізації та не потребують великих затрат ресурсів для виконання у порівнянні з кореляційними методами та штучними нейронними мережами [2]. Одним з найбільш відомих є алгоритм перцептивного хешування, суть якого полягає в обчисленні хеш-суми по середніх значеннях низькочастотних складових зображення, які відображають його структуру.

Основні етапи алгоритму перцептивного хешування [1] показані на прикладі ідентифікації зображення дорожнього знаку (рис. 1а):

1. Перетворення розміру вхідного зображення до розміру 8x8 точок (рис. 1б);

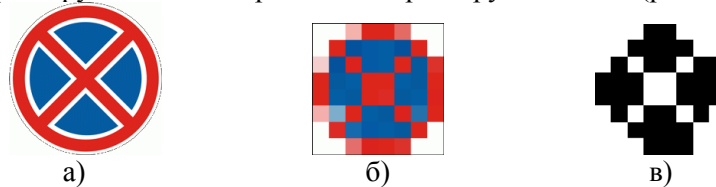


Рисунок 1 – Вхідне зображення розміром 200x200 точок (а), перетворене зображення до розміру 8x8 точок (б), бінаризоване зображення (в)

2. Переведення зображення з трьох-канальної кольорової моделі в одно-каналну [3].
3. Обчислення математичного сподівання сірого кольору зображення:

$$M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad (1)$$

де  $M$  – математичне сподівання сірого кольору,

$N$  – кількість точок зображення,

$x_i$  – значення сірого кольору точки зображення.

4. Виконання порогової бінаризації над зображенням (рис. 1в). Порогова бінаризація здійснює перетворення вхідної матриці у бінаризовану [4]

$$\begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{18} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{81} & \dots & x_{88} \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} x'_{11} & \dots & x'_{18} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x'_{81} & \dots & x'_{88} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де  $x$  – точка вхідного зображення,

$x'$  – точка бінаризованого зображення

за аналітичним виразом:

$$x'_{ij} = \begin{cases} 0, & x_{ij} \leq M \\ 1, & x_{ij} > M, \end{cases} i, j = 1..8, \quad (3)$$

де  $x'_{ij}$  – точка зображення після бінаризації.

5. Обчислення хеш-суми з бінарного зображення, тобто переведення двійкового масиву зображення в одне 64-бітне значення.

Для порівняння одержаних хеш-сум використовують метод знаходження відстані Хеммінга:

$$d = \sum_{i=1}^K |h1_i - h2_i|, \quad (4)$$

де  $d$  – значення відстані Хеммінга,

$K$  – кількість елементів у хеш-сумі,

$h1, h2$  – хеш-суми, які порівнюються.

Відстань Хеммінга показує наскільки хеш-суми відрізняються одна від одної. Чим менше значення відстані, тим більше хеш-суми побідні.

Швидкодія методу перцептивного хешування високо-контрастних об'єктів на зображенні порівнювалась із методом кореляції [2, 5]. Результати порівняння наведені на рисунку 2.

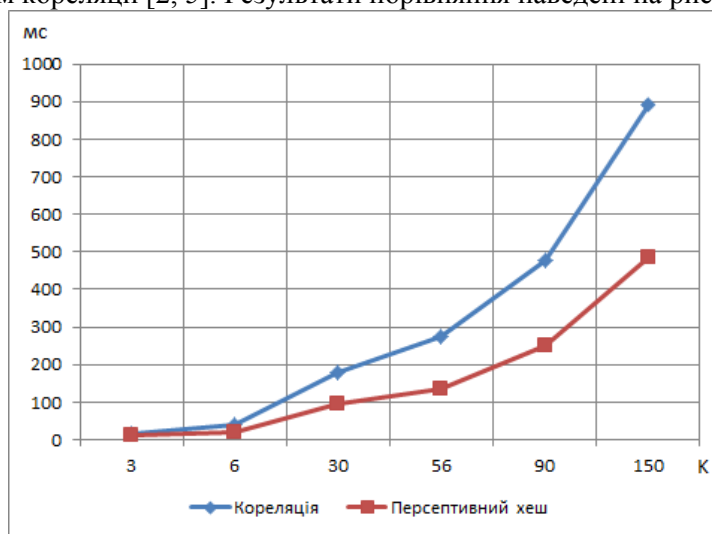


Рисунок 2 – Порівняння часу виконання перцептивного хешування та кореляції

При малій кількості об'єктів для ідентифікації швидкодія обох методів майже однакова. Проте, при збільшенні кількості об'єктів збільшується різниця між параметрами часу. Швидкодія виконання кореляції на 70-80% нижча від швидкодії перцептивного хешування, якщо проводити ідентифікацію для великих наборів об'єктів.

### Висновки

У роботі розроблено метод ідентифікації високо-контрастних об'єктів на зображенні на базі алгоритму перцептивного хешування. Дослідження показали, що даний метод є продуктивнішим у порівнянні з методом кореляції та ефективнішим для задач, призначених для ідентифікації великої кількості об'єктів у режимі реального часу.

### Список використаних джерел

1. «Выглядит похоже». Как работает перцептивный хэш [Електронний ресурс] : дослідження хеш-функцій. – Режим доступу: <http://habrahabr.ru/post/120562/>
2. H. Ohara, I. Nishikawa, S. Miki, N. Yabuki. Detection and recognition of road signs using simple layered neural networks. – Neural Information Processing, 2002. – ICONIP '02. Proceedings of the 9th International Conference.- p.626–630 vol.2. – Nov. 2002.
3. C. Bahlmann, Y. Zhu, V. Ramesh, M. Pellkofer. A system for traffic sign detection, tracking, and recognition using color, shape, and motion information. – Intelligent Vehicles Symposium. – 2005. – Proceedings. IEEE, p. 255–260, June 2005.
4. Paclk P., Novovicov J. Road sign classification without color information // In Proceedings of the 6th Conference of Advanced School of Imaging and Computing. – 2000.
5. Y. Y. Nguwi, A. Z. Kouzani. Automatic road sign recognition using neural networks, in: International Joint Conference on Neural Networks, – 2006, – p. 3955-3962.

## МЕТОД АДАПТИВНОГО КВАНТУВАННЯ КОЛЬОРІВ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕННЯ

Сегін А.І.<sup>1)</sup>, Сороцький А.Т.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет,  
<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> студент

### I. Постановка проблеми

Розробка ефективних методів квантування кольору є актуальною науково-технічною задачею, оскільки від даних методів залежать системні характеристики алгоритмів сегментації та розпізнавання зображень.

### II. Мета роботи

Метою роботи є дослідження методів квантування кольору, аналіз їх системних характеристик та розробка нового методу з адаптивним квантуванням кольорів.

### III. Дослідження методів квантування кольорів

Метод квантування кольорів полягає у приведенні кольорів з деякого діапазону до єдиного значення відтінку, насиченості та яскравості, які задовольняють потрібну умову, використовуючи задану кольорову модель.

Існуючі методи квантування кольорів можна класифікувати:

- 1) за кольоровою моделлю, що використовується:
  - модель RGB;
  - модель HSV;
  - модель LAB;
- 2) за діапазоном кольорів квантування:
  - червоний;
  - червоний, синій, жовтий;
  - усі.

Одним з найбільш зручних є метод квантування кольорів, який використовує кольорову модель HSV та здійснює квантування восьми основних кольорів (рис. 1.).

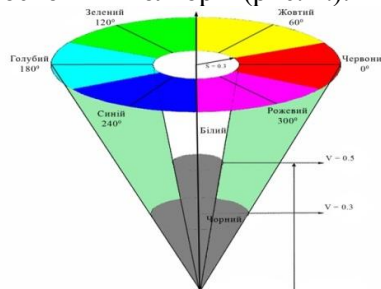


Рисунок 1 – Діаграма квантування восьми кольорів для моделі HSV

Зазвичай вхідне зображення представлено в кольоровій моделі RGB, у зв'язку із особливостями захоплення зображень камерами. Тому, для використання даного методу квантування, його необхідно перевести у кольорову модель HSV. Координати кольору даної моделі відповідають за:

- H – відтінок кольору елемента зображення;
- S – контрастність елемента;
- V – яскравість або освітленість.

Для виконання переведення у модель HSV необхідно використати наступні формули:

$$H = \arccos \frac{2R-G-B}{2\sqrt{(R-G)^2+(R-B)(G-B)}} \quad (1)$$

де  $H$  – значення відтінку певного елемента зображення.

$$S = 1 - \frac{3}{R+G+B} \min(R, G, B) \quad (2)$$

де  $S$  – значення контрастності кольору елемента.

$$V = \frac{R+G+B}{3} \quad (3)$$

де  $V$  – значення яскравості елемента зображення.

#### IV. Вдосконалення методу квантування кольорів

Результати реалізації методу квантування на прикладі вхідного зображення (рис. 2а) представлені на рис. 2б. Отримане зображення містить багато високочастотних шумів, за рахунок сонячних відблисків, затінення об'єктів, співпадіння фону і кольору об'єктів.

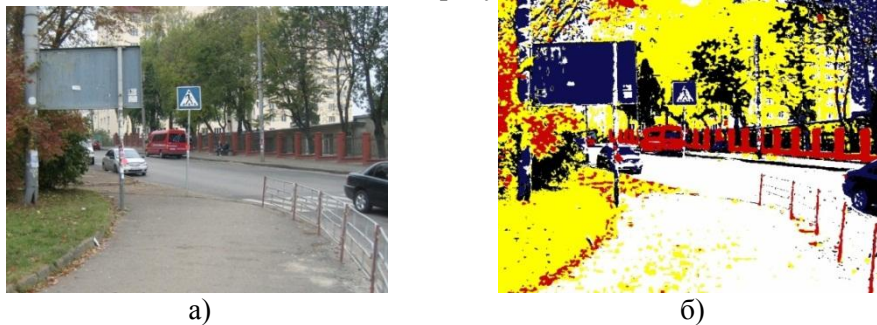


Рисунок 2 - Дослідження методу квантування кольорів:  
а) вхідне зображення, б) вихідне зображення

В результаті цього шукані об'єкти часто не розпізнаються внаслідок неправильного сприйняття кольору або злиттям з фоном. Таким чином є необхідність нормалізації кольорів, тобто квантування кольорів з врахуванням яскравості та контрастності.

Для підвищення ефективності методу квантування кольорів було враховано динамічні параметри освітлення зображення, які отримуються аналізом складових кольорової моделі HSV – яскравості та контрастності. Розроблений метод представлений у вигляді аналітичного виразу 4.

$$C = \begin{cases} \text{Blue, якщо } H > \pi \cap H < \frac{5\pi}{3} \cap S > S_{\text{blueavg}} * \frac{1}{1-S_{\text{bluecount}}} \\ \vdots \\ \text{Red, якщо } (H > 0 \cap H < \frac{\pi}{6}) \cup (H > \frac{5\pi}{3} \cap H < 2\pi) \cap S > S_{\text{redavg}} * \frac{1}{1-S_{\text{redcount}}} \end{cases}, \quad (4)$$

де  $C$  – колір квантування точки зображення,

$H$  – відтінок точки зображення,

$S$  – контрастність точки,

$S_{\text{blueavg}}$  – середнє значення контрастності для синього кольору,

$S_{\text{bluecount}}$  – кількість синіх точок на зображенні,

$A_{\text{image}}$  – площа усього зображення.

За рахунок проведеної нормалізації більш чіткіше виділяються об'єкти (рис. 3.), які попали в зони засвічення або затемнення.



Рисунок 3 - Результат виконання адаптивного квантування кольорів

#### V. Висновки

В результаті досліджень розроблено метод адаптивного квантування кольорів. За рахунок врахування загальної контрастності та яскравості зображення вдалося більш якісно здійснити квантування кольорів. Це в свою чергу підвищує ймовірність розпізнавання об'єкта в системах в системах розпізнавання графічних образів.

#### Список використаних джерел

1. Road Sign Detection and Recognition Using Hidden Markov Model [Текст] / J. C. Hsien // Asian Journal of Health and Information Sciences. – 2006 - Vol. 1, No. 1. - С. 85-100.
2. An overview of traffic sign detection methods [Текст] / Karla Brkić // Department of Electronics, Microelectronics, Computer and Intelligent Systems. Faculty of Electrical Engineering and Computing. – 2008. – 9 с.

## АНАЛІЗ ТА АРХІВУВАННЯ АСИМЕТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ БЕЗ ВТРАТ

Смірнов Д.С.

Тернопільський національний економічний університет, магістр

### І. Постановка проблеми

Пошук найкращого алгоритму архівування для конкретного класу зображень є складною задачею. Асиметричні зображення представляють дуже широкий клас складних зображень як природного так і штучного походження [1,2]. Асиметричні зображення будуються на основі симетричних, множина яких обмежена. При розробленні алгоритмів архівування зображень, треба визначити критерії для порівняння алгоритмів, класи зображень, класи програмних засобів, що використовують алгоритми архівації.

### ІІ. Мета роботи

Метою роботи є дослідження і моделювання алгоритмів архівування асиметричних зображень із використанням теорії кристалографічних груп, і створення на їх основі комп'ютерної системи стиснення зображень різних класів.

### ІІІ. Алгоритми архівування асиметричних зображень

Асиметричне зображення – це зображення, яке отримано із симетричного шляхом спотворення параметрів його формування (формування елементарного рисунку, рапорту і трансляції рапорту) [3]. Елементарним зображенням є несиметрична частина поля зору. Рапорт – це зображення, яке отримане в результаті виконання геометричних перетворень над елементарним зображенням.

Характер використання зображень задає ступінь важливості перелічених нижче суперечливих вимог до алгоритму: високий ступінь компресії, висока якість зображень, висока швидкість компресії та декомпресії, стійкість до помилок. Враховуючи загальний підхід до стиснення інформації пропонується зберігати повністю тільки елементарний рисунок та параметри його повторення на зображенні. Елементарні рисунки повторюються на зображенні в результаті породжуючих перетворень: паралельного переносу, центральної симетрії, осової симетрії, ковзного відображення, повороту. Для асиметричних зображень породжуючі перетворення модифіковано з допомогою спотворень: зміщення по осі  $OX - D_x$ , по осі  $OY - D_y$ , по осях  $OX$  і  $OY - D_{x,y}$ , поворот на кут  $\alpha - D_{R\alpha}$ , масштабування –  $D_m$ . Рівняння опису асиметричного зображення для загального випадку в матричному вигляді:

$$Imas = T_L D_L [T_n D_{Rp_n} (T_{n-1} D_{Rp_{n-1}} (T_{n-2} D_{Rp_{n-2}} \dots T_1 D_{Rp_1} X))].$$

Архівування асиметричного зображення починається з сегментації. Алгоритм сегментації вибирається в залежності від характеристик і типу зображення. На сегментованому зображенні виділяють об'єкти і фон, обчислюються ознаки об'єктів, визначаються відповідні точки на контурах об'єктів. На основі координат відповідних точок обчислюють матриці афінних перетворень. Для кожної знайдено матриці перетворень обчислюється еталонна матриця породжуючого перетворення та матриця спотворення. У вихідний файл зберігається растрове зображення елементарного рисунку та обчислені матриці.

### Висновок

Розроблено алгоритми аналізу та архівування асиметричних зображень. Архівація зображення забезпечена за рахунок заміни великої кількості областей, у яких елементи зображення повторюються. Для програмної реалізації запропонованих алгоритмів використано інтегроване середовище програмування Visual C++ Express Edition та відкриту бібліотеку функцій комп'ютерного зору Open CV.

### Список використаних джерел

1. Коксетер Г.С. М. Порождающие элементы и определяющие соотношения дискретных групп: Пер. с англ. / Г.С.М. Коксетер, У.О. Дж. Мозер – М.: Наука, 1980. – 240 с.

- Liu Y. Computational Model for Periodic Pattern Perception Based on Frieze and Wallpaper Groups / Yanxi Liu, Robert T. Collins, Yanghai Tsin // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI) – 2004. – Vol. 1, № 26. – С. 354-371.
  - Березький О. М. Методи і алгоритми аналізу та синтезу асиметричних зображень / О. М. Березький. // Штучний інтелект – 2010 – № 4 – С.162-172.
- УДК 004.94:004.78

## **МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАТЬ ГІБРИДНОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОПРАЦЮВАННЯ БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

**Трійчук О.Ю.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістр*

### **I. Постановка проблеми**

Основними відмінностями експертних систем (ЕС) від інших програмних продуктів є використання не тільки даних, але і знань, а також спеціального механізму виведення рішень і нових знань [1,2]. Знання в ЕС представляються в такій формі, яка може бути легко оброблена алгоритмічно. Завдання медичної діагностики полягає у виявленні захворювань на основі інтерпретації даних про поточний стан хворого, що утворюються в результаті аналізу скарг пацієнта, його об'єктивного огляду, результатів лабораторних обстежень та аналізів [3-5]. Завдання розпізнавання клітини полягає у ідентифікації типів клітин у полі зору. Ідентифікація базується на морфологічних ознаках, обчислених на етапі аналізу.

### **II. Мета роботи**

Метою дослідження є розроблення бази знань гібридної інтелектуальної системи опрацювання біомедичних зображень. Об'єктом дослідження є процес виводу діагностичних знань. Предметом дослідження є моделі представлення знань в діагностичних інтелектуальних системах.

### **III. База діагностичних знань на основі ознак зображень**

Цифрові цитологічні і гістологічні зображення володіють наступними характеристиками: містять певний повторюваний елемент (фрагмент), мають малу чіткість, містять об'єкти оточені складним за геометричними і оптичними характеристиками фоном, рівень виявлення об'єктів залежить від міри оптичного збільшення.

Виділено кількісні ознаки мікрооб'єктів цитологічних зображень: розмір, площу, периметр, форму, ядерно-цитоплазматичне відношення, кількість клітин на певній площі, кривизну контуру цитоплазми, текстурні ознаки ядра та цитоплазми клітини. Виділено якісні ознаки цитологічних зображень: границі цитоплазми (чіткі, нечіткі), локалізацію вакуолей (по периферії, біля ядра), форму ядра (округла, овальна), контур ядра (рівний, нерівний), поліморфізм ядер (виражений слабо, значний), нашарування ядер клітин, наявність "голих" ядер (ядра клітин, що повністю втратили цитоплазму), структуру хроматину (рівномірна, нерівномірна, дрібнозерниста, грубозерниста), наявність внутрішньоядерних включень, вакуолей в ядрі (є, немає), кількість ядерець (одиночні, множинні), їх положення (центральне, ексцентричне).

Розроблено продукційні правила діагностування на основі ознак мікрооб'єктів:

ЯКЩО (1) розміщення\_клітин == ізольоване І (2) розмір\_клітин == малий або середній І  
(3) форма\_клітини == подовжена І (4) текстура\_цитоплазми == однорідна І  
(5) ЯЦВ == середне

ТО тип\_клітини = фібробласт.

### **Висновок**

Проведено класифікацію мікрооб'єктів цитологічних і гістологічних зображень, що дало можливість виділити інформативні ознаки та обрати алгоритми їх обчислення. Розроблено структуру гібридної інтелектуальної системи опрацювання біомедичних зображень, яка поєднує кількісні та якісні ознаки мікрооб'єктів та використовує ці ознаки для виводу висновку про тип патологічного процесу. Розроблено базу знань, на основі продукційної моделі, та механізм логічного виводу висновку про тип патологічного процесу.

### **Список використаних джерел**

- Глибовець М. М. Штучний інтелект / М. М. Глибовець, О. В. Олеський – К.: "КМ Академія", 2002. - 366 с.

2. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский – СПб: Питер, 2000. – 384 с.
3. Тейз А. Логический подход к искусственному интеллекту: От модальной логики к логике баз данных: Пер. с фр. / А. Тейз, П.Грибомон, Г. Юлен – М.: Мир, 1998. – 494 с.
4. Осипов Г.С. Приобретение знаний интеллектуальными системами: Основы теории и технологии. – М.: Наука, 1997. – 112 с.
5. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. – М.: Энергоиздат, 1981. – 232 с.

УДК 618.327.11

## ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТНОЇ СКЛАДНОСТІ АЛГОРИТМУ БАГАТОІМПУЛЬСНОГО КВАНТУВАННЯ З МАКСИМАЛЬНОЮ ДОСТОВІРНІСТЮ

Шевчук Р.П.<sup>1)</sup>, Мориляк Ю.Ю.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр*

### I. Постановка проблеми

Алгоритм багатоімпульсного квантування з максимальною достовірністю (БКМД) використовується для стиснення мовних сигналів (МС) в мультимедійному обладнанні, що працює відповідно до стандарту H.324. Алгоритм працює на швидкостях 5.3 і 6.3 Кбіт/с. Висока швидкість передачі забезпечує кращу якість мови. Нижча швидкість забезпечує хорошу якість мови і надає розробникам додаткові можливості при побудові систем. У будь-який момент на межі кадру можливе перемикання швидкості передачі.

Стрімкий розвиток мультимедійних засобів зв'язку робить актуальною задачу дослідження алгоритмів стиснення мовних сигналів, які вмонтовуються в мультимедійне обладнання для забезпечення економії мережевого трафіку.

### II. Мета роботи

Метою роботи є реалізація алгоритму БКМД та дослідження його апаратної складності.

### III. Принцип роботи алгоритму БКМД

Вхідний МС з частотою дискретизації 8 КГц розбивається на кадри завдовжки 30мс, що відповідає 240 16-бітовим відлікам в лінійному законі. Додатково існує затримка (look ahead), яка складає 7.5мс, що визначає сумарну алгоритмічну затримку рівну 37.5мс. Додаткові затримки виникають з наступних причин:

- процеси стиснення та декомпресії вимагають деякого часу;
- час передачі по каналу;
- затримка мультиплексування при комбінуванні МС з іншими видами даних.

Схема кодера алгоритму БКМД наведена на рис. 1 [1].

Кожен кадр, що надходить на вхід кодера подається на фільтр верхніх частот для видалення постійної складової, а потім ділиться на 4 підкадри. Для кожного підкадру обчислюються параметри фільтру лінійного прогнозування 10-го порядку. Для останнього підкадру ці параметри квантуються з використанням Predictive Split Vector Quantizer (PSVQ). Для передачі декодеру виконується перетворення коефіцієнти лінійного передбачення (КЛП) у вектор лінійних спектральних пар (ЛСП) і його подальше квантування. Неквантовані КЛП використовуються для побудови короткочастотного фільтру на який подається МС. Для двох підкадрів по схемі з розімкненою петлею обчислюється висота тону (ВТ), яка знаходиться в діапазоні від 18 до 142 відліків.

Подальше опрацювання МС відбувається по підкадрах. Грунтуючись на раніше обчисленій оцінці ВТ, будується фільтр гармонічного шуму. Для отримання імпульсного відгуку використовується комбінований фільтр, що складається з синтезуючого фільтру КЛП, формантного зважуючого фільтру і фільтру гармонічного шуму. На підставі оцінки ВТ і імпульсного відгуку обчислюється спрогнозоване значення ВТ 5-го порядку в схемі із замкнутою петлею. Диференціал обчислюється у інтервалі отриманої раніше оцінки ВТ. Значення прогнозувальника ВТ віднімається від первинного цільового вектора. Значення ВТ і диференціал передаються від кодера до декодера.

Потім апроксимується неперіодична компонента збудження. Для більшої швидкості використовується збудження, отримане по схемі MP-MLQ, а для меншої швидкості - по схемі ACELP.

У роботі розроблено програмне забезпечення реалізації алгоритму для процесорів типу TMS320C6201 фірми Texas Instruments.

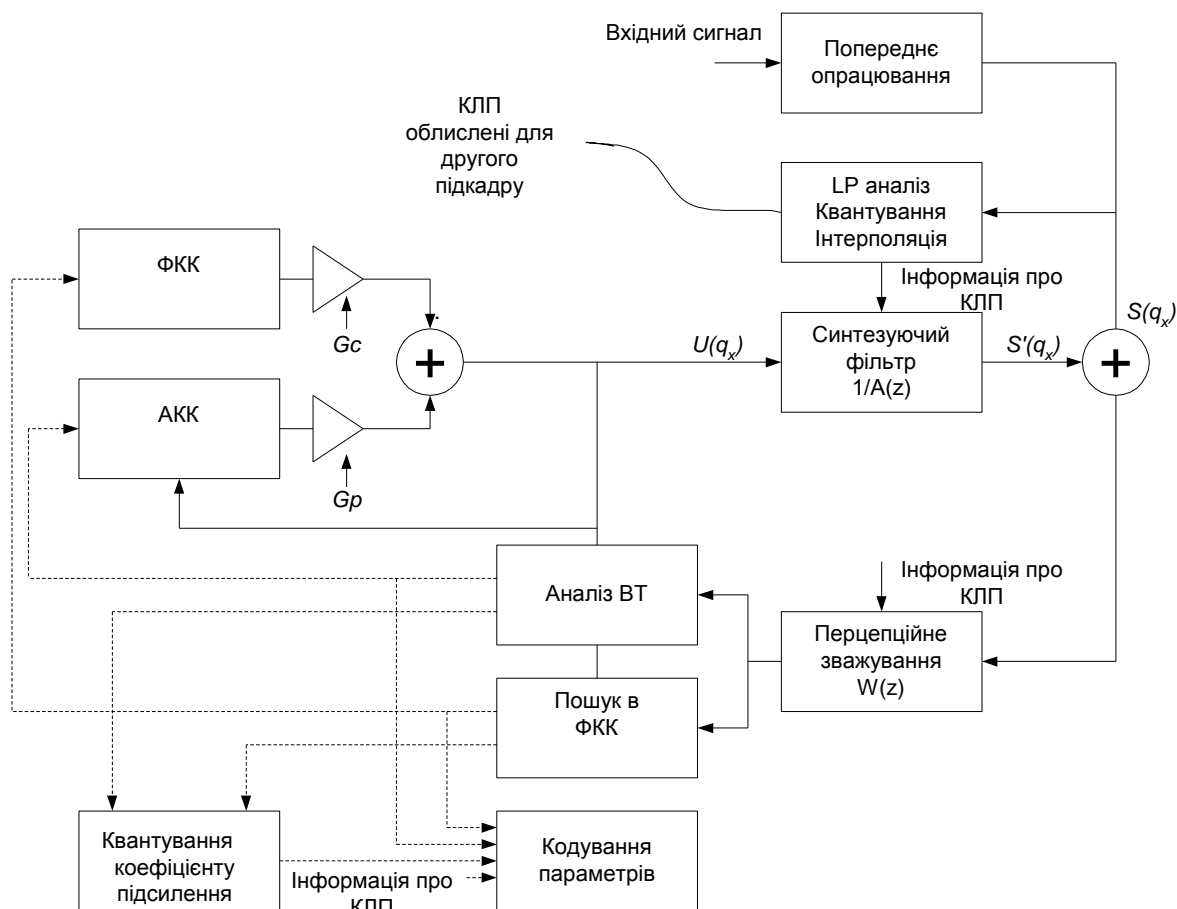


Рисунок 1 – Структурна схема кодера алгоритму БКМД

Програмна реалізація задовольняє наступні вимоги:

- повністю сумісна з стандартом ІТУ-Т G.723.1 (досягнута побітова відповідність тестовим векторам);
- функціонує в режимі реального часу;
- сумісна зі всіма цифровими процесорами типу TMS320C6201.

В таблиці 1 наведено результати аналізу апаратної складності реалізації кодеків алгоритму БКМД.

Таблиця 1

Апаранта складність кодеків алгоритму БКМД

	G.723.1 6.3кбіт/с Кодер	G.723.1 6.3кбіт/с декодер	G.723.1 5.3кбіт/с кодер	G.723.1 5.3кбіт/с Декодер
Обчислювальний ресурс, МГц	19.70	1.63	14.5	1.55
Пам'ять				
програма, К байт	67.72			
таблиці, К байт	37.6			
даних, К байт	4.24 + 1.86 * N			
Всього, К байт	109.56 + 1.86 * N			

Примітка: N – кількість одночасно реалізованих каналів



### **Висновок**

У роботі розроблено програмне забезпечення виконання алгоритму БКМД для процесорів типу TMS320C6201. Програмна реалізація відповідає вимогами стандарту ІТУ-Т G.723.1. Проведено дослідження апаратної складності реалізації кодеку розробленого алгоритму.

### **Список використаних джерел**

1. ITU-T Recommendation G.723.1. Dual rate speech coder for multimedia communications transmitting at 5.3 and 6.3 kb/s. – 1996. – Режим доступу: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.723.1/e>
2. Гольдштейн В.С. IP-Телефонія / Гольдштейн В.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. – М. : Радио и Связь, 2001. – 336 с.
3. Черкаський М. Складність апаратно-програмних комп'ютерних засобів / М. Черкаський // Сучасні проблеми в комп'ютерних науках. – 2000. С. 58-67.

УДК 519.24

**УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД ПОСЛІДОВНОГО Іg-ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ НА ОСНОВІ РОЗПАРАЛЕЛЕННЯ ОБЧИСЛЕНЬ**

**Пукас А.В.<sup>1)</sup>, Зайко Ю.О.<sup>2)</sup>**

*Тернопільський національний економічний університет*

<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр

**I. Постановка проблеми**

У процесі прийняття рішень доволі часто доводиться використовувати математичні моделі, зокрема побудовані на експериментальних даних з інтервальною невизначеністю. Для підвищення точності таких моделей при невеликих вибірках експериментальних даних використовують методи планування експериментів. Так для забезпечення підвищення прогностичних властивостей вказаних моделей використовують послідовні  $I_G, I_Q$ -оптимальні плани [1].  $I_G$ -оптимальний план мінімізує максимальну похибку прогнозування моделі на області експерименту, а  $I_Q$ -оптимальний – мінімізує середню. Використання запропонованих критеріїв синтезу послідовних  $I_G, I_Q$ -оптимальних планів інтервальних експериментів для випадків, коли кількість спостережень більша мінімально необхідної для побудови моделі [2], є складною обчислювальною задачею, що обмежує можливості їх застосування. Це зумовлено використанням на одному з етапів синтезу планів методу сіток, який при збільшенні розмірності області експерименту чи при підвищенні вимог до точності знаходження координат спектру плану значно підвищує обчислювальну складність. Вказані процедури синтезу  $I_G$  та  $I_Q$ -оптимальних планів відрізняються несуттєво, тому не порушуючи загальності, далі будемо розглядати  $I_G$ -оптимальні плани. Отже, актуальною є задача удосконалення обчислювальної процедури реалізації методу послідовного  $I_G$ -оптимального планування експерименту.

Розглянемо математичну постановку задачі синтезу оптимальних планів. Нехай інтервальні моделі записують у вигляді залежності

$$y_0(\bar{x}) = \bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{\beta}, \quad (1)$$

де  $y_0$  - істинне невідоме значення виходу;  $\bar{x} = (x_1, \dots, x_n)^T$  - вектор входів;  $\bar{\varphi}^T(\bar{x})$  - відомий вектор базисних функцій;  $\bar{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_m)^T$  - невідомий вектор параметрів.

Результати реалізації експерименту представлено в інтервальному вигляді (2)

$$\bar{x}_i, [y_i^-, y_i^+], y_{0i} \in [y_i^-, y_i^+], i = 1, \dots, N, \quad (2)$$

де  $y_i^-, y_i^+$  - відповідно, нижня і верхня межі інтервалу вихідної змінної,  $N$  - кількість спостережень, яка у випадку насиченого експерименту співпадає з кількістю  $m$  невідомих параметрів моделі.

У випадку опрацювання результатів спостережень отримаємо інтервальні моделі статичної системи

$$\hat{y}(\bar{x}) = \bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b}, \quad (3)$$

значення параметрів у яких належать множині

$$\Omega = \{ \bar{b} \in R^m \mid \bar{Y}^- \leq F \cdot \bar{b} \leq \bar{Y}^+ \},$$

де  $\bar{Y}^- = \{y_i^-, i = 1, \dots, N\}$ ,  $\bar{Y}^+ = \{y_i^+, i = 1, \dots, N\}$  - вектори, складені із нижніх та верхніх меж інтервалів  $[y_i^-, y_i^+]$ , відповідно;  $\bar{b}$  - вектор оцінок параметрів  $\bar{\beta}$  моделі;  $F = \{ \varphi_j(\bar{x}_i), i = \overline{1, N}, j = \overline{1, m} \}$  - відома матриця значень базисних функцій.

Множина отриманих інтервальних моделей (3) матиме вигляд коридору

$$[\hat{y}(\bar{x})] = [\hat{y}^-(\bar{x}); \hat{y}^+(\bar{x})], \quad (4)$$

де  $\hat{y}^-(\bar{x}) = \min_{b \in \Omega} (\bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b})$  та  $\hat{y}^+(\bar{x}) = \max_{b \in \Omega} (\bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b})$  - нижня та верхня межі коридору.

Точність кожної із моделей визначається похибкою прогнозування  $\Delta_{\hat{y}(\bar{x},F)} = \hat{y}^+(\bar{x}) - \hat{y}^-(\bar{x})$ , що залежить від розмірів множини  $\Omega$  і відповідно від вибору матриці  $F$ .

## II. Метод послідовного $I_G$ -оптимального планування експерименту

Задача побудови  $I_G$  - оптимальних планів формулюється так: для заданої структури моделі системи у вигляді (1), області експерименту  $\chi$ , при постійній інтервальної похибці  $\Delta(\bar{x}_i)$  знайти таку матрицю значень входів  $X$ , яка забезпечуватиме при реалізації експерименту мінімум максимальної похибки прогнозування. При відомій структурі моделі задачу планування експерименту можна розглядати як задачу знаходження матриці  $F$ , що забезпечує мінімум максимальної похибки прогнозування.

Метод включає два етапи організації послідовних експериментів: на першому етапі – проведення насиченого  $I_G$  -оптимального експерименту, план для якого отримуємо із розв'язку задачі (5)

$$\max_{\bar{x} \in \chi} \Delta_{\hat{y}(\bar{x}, F_m)} \Big|_{\bar{b} \in Q_m} \xrightarrow{F_m} \min, \quad (5)$$

і побудова за його результатами початкової інтервальної функції (8).

$$[\hat{y}(\bar{x})] \Big|_{\bar{b} \in Q_m} = [\bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b} - \frac{1}{2} \cdot \Delta_{\hat{y}(\bar{x})} \Big|_{\bar{b} \in Q_m}; \bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot \bar{b} + \frac{1}{2} \cdot \Delta_{\hat{y}(\bar{x})} \Big|_{\bar{b} \in Q_m}], \quad (6)$$

де  $\Delta_{\hat{y}(\bar{x})} \Big|_{\bar{b} \in Q_m}$  – ширина коридору, що обчислюється за формулою

$$\Delta_{\hat{y}(\bar{x}, F, k)} \Big|_{\bar{b} \in Q_m} = 2 \cdot \sqrt{\bar{\varphi}^T(\bar{x}) \cdot (F^T \cdot \hat{E}_k^{-2} \cdot F)^{-1} \cdot \bar{\varphi}(\bar{x}) \cdot m}, \quad (7)$$

де  $\hat{E}_k = \text{diag}(\Delta_{N(\bar{x}_1)}, \dots, \Delta_{N(\bar{x}_i)}, \dots, \Delta_{N(\bar{x}_m)})$ ,  $\bar{x}_k \in \{\bar{x}_i, i = 1, \dots, m\}$ .

На другому етапі, з метою оптимізації інтервальних функцій проводяться додаткові спостереження у точках  $\bar{x}_{k+1}$ , що збігаються з точками насиченого плану для побудови послідовних  $I_G$  -оптимальних планів за критерієм

$$\max_{\bar{x} \in \chi} \Delta_{\hat{y}(\bar{x}, F)} \xrightarrow{\bar{x}_{k+1} \in \{\bar{x}_i, i=1, \dots, m\}} \min; \quad (8)$$

Отже, розв'язком  $\bar{x}^0$  задачі (10) є

$$\bar{x}^0 = \arg \max_{\bar{x}_i, i=1..m} \left\{ \max_{\bar{x} \in \chi} \Delta_{\hat{y}(\bar{x}, F, k)} \Big|_{\bar{b} \in Q_m} - \max_{\bar{x} \in \chi} \Delta_{\hat{y}(\bar{x}, F, k+1)} \Big|_{\bar{b} \in Q_m} \right\}, \quad (9)$$

за умови  $\hat{E}_{k+1} = \text{diag}(\Delta_{N(\bar{x}_1)}, \dots, \Delta_{N(\bar{x}_i)} - \delta, \dots, \Delta_{N(\bar{x}_m)})$ ,  $\bar{x}_k \in \{\bar{x}_i, i = 1, \dots, m\}$  чи  $\hat{E}_{k+1} = \text{diag}(\Delta_{N(\bar{x}_1)}, \dots, \Delta_{N(\bar{x}_i)} \cdot \delta, \dots, \Delta_{N(\bar{x}_m)})$ ,  $\bar{x}_k \in \{\bar{x}_i, i = 1, \dots, m\}$ , де  $\delta \ll \Delta_{N(\bar{x}_i)}$  – деяке задане число.

При зростанні розмірності задачі, тобто при збільшенні кількості входних змінних моделі, і (або) зростанні вимог до точності визначення координат точок спектру насиченого плану, виникає складна обчислювальна задача. Дослідження методу показало, що наявність матричних операцій, апіорі забезпечує можливість організації розпаралелення обчислень на етапі визначення максимальної похибки прогнозування у кожному вузлі області експерименту.

## Висновки

У роботі досліджено ефективність розпаралелення алгоритму методу послідовного планування  $I_G$  - оптимальних експериментів при побудові інтервальних моделей статичних систем. Показано, що застосування можливості розпаралелення обчислювальної процедури пошуку максимальної ширини коридору функції прогнозування при визначенні чергової точки проведення спостереження, на відміну від послідовного алгоритму, забезпечує значне зменшення обчислювальної складності реалізації алгоритму.

## Список використаних джерел

1. Дывак Н.П. Планирование  $I_G$  - и  $I_E$  - оптимальных экспериментов в задачах идентификации интервальных моделей // Проблемы управления и информатики. - 2001. - №2. - С.42-49.
2. Дывак Н.П., Пукас А.В. Последовательное планирование  $I_G$  -оптимальных экспериментов для построения интервальных моделей статических систем // Проблемы управления и информатики. – 2004. - №5. – с. 31-38

## НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ ФУНКЦІЙ ПЕРЕТВОРЕННЯ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИХ СЕНСОРІВ

Зембицький О.С.<sup>1)</sup>, Кочан В.В.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет  
<sup>1)</sup> магістр; <sup>2)</sup> к.т.н., доцент

### І. Постановка проблеми

Останнім часом все більше розповсюдження отримують мультисенсори (МС) [1], тобто сенсори, вихідний сигнал яких, на відміну від традиційних, залежить не від однієї, а від декількох вимірюваних величин (ВВ). Якщо ці ВВ діють на один і той же параметр вихідного сигналу МС, то часто необхідно використовувати методи розпізнавання, які базуються на методах штучного інтелекту [2]. Також МС мають відносно великі похибки. Методи підвищення їх точності зазвичай базуються на переході до індивідуальних функцій перетворення (ФП). Але для МС слід дослідити їх індивідуальні ФП для всіх ВВ. Тому для МС двох ВВ, при кількості точок повірки  $n_i = 7$  кожної ВВ, сумарна кількість точок повірки буде  $n_{\Sigma} = 49$ , що неприйнятно з точки зору трудомісткості переходу до індивідуальних ФП.

### ІІ. Мета роботи

Метою роботи є дослідження методу зменшення трудомісткості ідентифікації індивідуальної ФП МС за рахунок прогнозу частини результатів повірки МС з допомогою нейронних мереж (НМ).

### ІІІ. Нейромережовий метод прогнозу частини результатів повірки МС

Основна ідея пропонованого методу полягає в тому, що підвищити точність ідентифікації індивідуальної ФП МС можна шляхом збільшення кількості інформації для навчання НМ за рахунок результатів повірки групи однотипних МС у кількості точок, яка є достатньою для ідентифікації індивідуальної ФП МС цього типу із заданою точністю. Це дозволяє НМ виявити та узагальнити закономірності ФП МС даного типу і повірять решту МС в скороченій кількості точок, а інші точки повірки прогнозувати з допомогою навчених НМ.

На приклад, для двопараметричного МС спочатку проводять повірку групи 30...50 однотипних МС у великій кількості точок, наприклад, по 7 точок для кожної з двох ВВ (49 точок, їх розміщення показує рис. 1). По осі абсцис відкладені значення ВВ А, по осі ординат – ВВ В. 49 точок повірки однотипних МС (точки 11...77), показані тонкими кільцями (в номері точки перша цифра означає ВВ А, а друга – ВВ В). МС, індивідуальну ФП якого треба визначити, повірений в 9 точках – позначених на рис. 1 товстими кільцями.

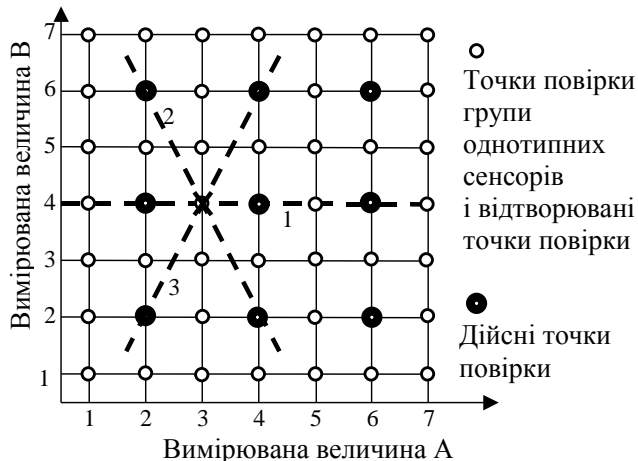


Рис. 1. Розміщення точок повірки мультисенсорів по діапазонах перетворення обох ВВ

1. Результат повірки МСП в точках 24, 44, 64.
2. Результат повірки найбільш подібного МС до МСП серед групи однотипних МС у точках 14, 24, 34, 44, 54, 64, 74 (для якого сума абсолютних відхилень в точках 24, 44, 64 від результатів повірки МСП мінімальна).
3. Результат повірки наступного за подібністю МС до МСП у точках 14, 24, 34, 44, 54, 64, 74.

4. Перебір інших МС аналогічно до п. 3.
5. Результат повірки найменш подібного МС до МСП у точках 14, 24, 34, 44, 54, 64, 74.
6. Результат повірки МСП в точці 34 (з цим значенням порівнюють вихід НМ при навчанні).

Таким чином, при сортуванні результатів повірки за пп. 1-6, МС з групи однотипних МС розміщуються в порядку зменшення їх подібності до МСП саме в тих точках, де ведеться прогноз. Останнім буде записано значення, яке є метою навчання. Слід відзначити, що приведений в пп. 1-6 порядок запису результатів повірки, може бути інший, але він мусить бути однаковий, тільки тоді НМ при навчанні зможе виявити закономірності відхилення ФП МС даного типу від номінальної. Наступні вектори навчальної вибірки формується шляхом визначення інших МС за МСП.

#### IV. Моделі відхилень ФП МС від номінальної

Для імітаційних досліджень взято модель ФП МС, розроблену в [2], яка має вид

$$Y_{NOM} = (A \times (X_1 + B)^k + C \times (X_1 + B)) \times (D \times (X_2 + E)^l + F \times (X_2 + E)) \times G, \quad (1)$$

де  $X_1, X_2$  – вимірювані величини А і В відповідно;  $A..G, k, l$  – коефіцієнти та показники степені відповідно;  $Y_{NOM}$  – номінальний вихідний сигнал МС.

Аддитивну і мультиплікативну похибку МС можна коригувати без НМ. Тому досліджено вплив нелінійної складової похибок МС на похибку корекції запропонованим методом. Для дослідження невиключеної похибки нелінійна похибка ФП МС задавалася поліномами різного степеня

$$Y = Y_{NOM} \pm n\Delta(\pm K_1(i-4)^2 \pm K_2(j-4)^2), \quad (2) \quad Y = Y_{NOM} \pm n\Delta(\pm K_1(i-4)^3 \pm K_2(j-4)^2), \quad (3)$$

$$Y = Y_{NOM} \pm n\Delta(\pm K_1(i-4)^3 \pm K_2(j-4)^3), \quad (4) \quad Y = Y_{NOM} \pm n\Delta(\pm K_1(i-4)^4 \pm K_2(j-4)^2), \quad (5)$$

де  $n$  – кількість варіантів дослідження, прийнято  $n=100$ ;  $\Delta$  – крок квантування похибки МС, прийнято 0,1% (тобто максимальна похибка МС по кожній ВВ становить 5%);  $K_1, K_2$  – коефіцієнти, що характеризують нелінійність функції похибки МС.

#### IV. Результати дослідження шляхом імітаційного моделювання

Результати дослідження різних комбінацій похибок (2) ... (5) для точки 34 представлено в таблиці. В заголовках таблиці (верхня лінійка і перший стовпчик) вказано характер похибки та знаки при  $K_1, K_2$ . Верхнє число в таблиці представляє максимальне значення похибки прогнозу, серед п'ятьох запусків навчання НМ, нижнє – середнє значення. Для оцінки впливу похибки повірки невиключено похибку прогнозу в результати повірки всіх МС введено випадкову похибку 0,5%.

Похибки результатів прогнозу при рівні випадкової похибки 0,5%

ФВ А ФВ Б	+x <sup>2</sup>	-x <sup>2</sup>	+x <sup>3</sup>	-x <sup>3</sup>	+x <sup>4</sup>	-x <sup>4</sup>
+x <sup>2</sup>	0.016 % / 0.010 %	0.015 % / 0.01 %	0.016 % / 0.007 %	0.018 %/ 0.013 %	0.012 %/ 0.002 %	0.021 %/ 0.013 %
-x <sup>2</sup>	0.015 % / 0.005 %	0.016 % / 0.009 %	0.016 % / 0.007 %	0.028 %/ 0.005 %	0.017 %/ 0.007 %	0.016 %/ 0.01 %
+x <sup>3</sup>	0.016 % / 0.007 %	0.016 % / 0.007 %	0.12 % / 0.009 %	0.014 %/ 0.01 %		
-x <sup>3</sup>	0.018 %/ 0.013 %	0.028 %/ 0.005 %	0.027 % / 0.005 %	0.019 %/ 0.008 %		

#### Висновок

Як видно з результатів досліджень, пропонуванний метод зменшення трудомісткості повірки МС для переходу до їх індивідуальних ФП забезпечує досить високу точність прогнозу навіть в умовах дії відносно великих, значно більших за похибку прогнозу, випадкових похибок повірки.

#### Список використаних джерел

1. Capone S., Siciliano P., Bărsan N., Weimar U., Vasanelli L. Analysis of CO and CH<sub>4</sub> gas mixtures by using a micromachined sensor array // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2001. – Vol. 78, No. 1-3. – P. 40-48.
2. I. Turchenko, V. Kochan. Improvement of Identification Accuracy of Multisensor Conversion Characteristic Using SVM. Proceedings of the 6th IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: IDAACS'11, Prague, Czech Republic, 2011, pp. 388-392.

## ВИБІР РЕКОНФІГУРОВАНОГО ЯДРА ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСОРНОГО ВУЗЛА

Ляпандра А.С.

*Тернопільський національний економічний університет, к.т.н., доцент кафедри комп'ютерної інженерії*

### І. Постановка проблеми

Підвищення тактової частоти процесорів призводить до незначного приросту продуктивності комп'ютерної системи [1]. Тому потребу у високопродуктивних обчисленнях стараються задовільнити шляхом покращення організації міжпроцесорної взаємодії в межах одного кристалу [2]. При цьому недостатньо уваги приділено питанню підвищенню продуктивності КС за рахунок вдосконалення архітектури самого процесора.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є пошук та вибір мікропроцесорного ядра процесорного вузла.

### III. Вимоги та вибір мікропроцесорного ядра

Основними складовими архітектури процесора є архітектура системи команд, мікрокод та мікроархітектура. Тому для підвищення продуктивності процесора необхідно провести оцінку впливу формату та системи команд, методів адресації, функціонального призначення та складу вузлів, організації обміну даними між процесором та основною пам'яттю [3].

Сформовано вимоги до прототипу мікропроцесорного ядра для моделювання та верифікації архітектурних рішень. Таке ядро повинне характеризуватися гнучкою архітектурою з окремими шинами даних і команд; реалізацією у вигляді модулів початкового опису на мові VHDL з урахуванням оптимального розміщення та трасування в кристалі відповідного сімейства; мінімальним обсягом ресурсів кристала, завдяки чому буде можливим розмістити на кристалі й інші функціональні модулі проектованої системи; наявністю відлагодженого інтерфейсу, який забезпечить раціональне сполучення ядра з периферійними модулями; високою продуктивністю; наявністю асемблера; наявністю входу ініціалізації; повною сумісністю компонентів ядра із засобами розробки проектів і програмування ПЛІС; можливістю інтегрування ядра у структуру інших проектів.

Проведений пошук та аналіз мікропроцесорних ядер за результатами якого прийнято рішення взяти за основу мікропроцесорне ядро PicoBlaze фірми Xilinx [4], оскільки воно задовольняє всі наведені вимоги. Його характеристики такі:

- розрядність шини даних — 8 біт;
- розрядність шини адрес — 8 біт;
- розрядність шини команд — 16 біт;
- восьмирозрядний арифметико-логічний пристрій (АЛП), що реалізує основні логічні функції, операції додавання, віднімання та зміщення;
- підтримка 49 команд;
- однакова тривалість виконання всіх команд — два машинні цикли;
- шістнадцять регістрів загального призначення;
- п'ятнадцятирівневий стек;
- можливість підтримки до 256 вхідних і вихідних портів;
- вбудоване ППЗП мікропрограм, виконане на основі блокової пам'яті ПЛІС Block SELECTRAM, об'єм якого становить 256x16 розрядів;
- підтримка прямого, непрямого та безпосереднього режимів адресації.

### Висновок

У роботі здійснено пошук мікропроцесорного ядра процесорного вузла за результатами якого обґрунтовано вибір PicoBlaze фірми Xilinx.

### Список використаних джерел

1. Воеводин В. В. Параллельные вычисления / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
2. Орлов С. Организация ЭВМ и систем [Учебник для ВУЗов] / С. Орлов, Б. Цилькер. – СПб.: Питер, 2007. – 672 с.
3. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера / Мельник А.О. – Луцьк: Видавництво обласної друкарні, 2008. – 468 с.
4. Зотов В. Ю. Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС фирмы XILINX® / В. Ю. Зотов. – М. Горячая линия – Телеком, 2006. – 522 с.

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПАРАЛЕЛЕННЯ ОБЧИСЛЕНЬ НА ГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСОРАХ І РІЗНИХ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Струбицька І.П.

Тернопільський національний економічний університет, аспірант

Одним із перспективних підходів до моделювання є застосування дискретних динамічних моделей у формі змінних стану з використанням оптимізаційного підходу [1]. Головною перевагою цього підходу є його універсальність як стосовно класу об'єктів, що моделюються, так і математичної форми представлення результату. Такий підхід легко піддається автоматизації, тому він є актуальним в умовах інтенсивного застосування обчислювальних методів. Проте даний підхід, володіє суттєвим недоліком – складністю оптимізаційної задачі.

У праці [2] запропоновано використати розпаралелення даної задачі з використанням SIMD-архітектури. З практично доступних сьогодні пристроїв з даною архітектурою та за критерієм ціна/продуктивність є GPU (Graphics Processing Unit). Розпаралелення було реалізовано за допомогою технології CUDA (Compute Unified Device Architecture). Ця технологія базується на розширенні мови C, яка дає можливість організації доступу до набору інструкцій графічного прискорювача і управління його пам'яттю при організації паралельних обчислень.

Для тестування паралельної програми було вирішено побудувати дискретну динамічну модель двообмоткового трансформатора вихідного каскаду підсилювача звукової частоти з осердям із пермалою [3]. Модель має два входи і два виходи. Вхідними величини є напруги на первинній і вторинній обмотках, а вихідними – відповідні сили струму на обмотках. Частота дискретизації вимірювань складала 8 кГц.

Для оцінки ефективності запропонованого підходу розпаралелення порівняємо час, який необхідний для розрахунку функції мети з використанням розпаралелення і без нього. Оскільки розроблена програма є кросплатформенною, тобто може виконуватись і у середовищі Linux-побідних систем, і у середовищі Windows, то порівняємо час виконання алгоритму побудови дискретних динамічних моделей у цих двох операційних системах (Ubuntu 10.10 і Windows XP). Результати представлені на рис. 1.

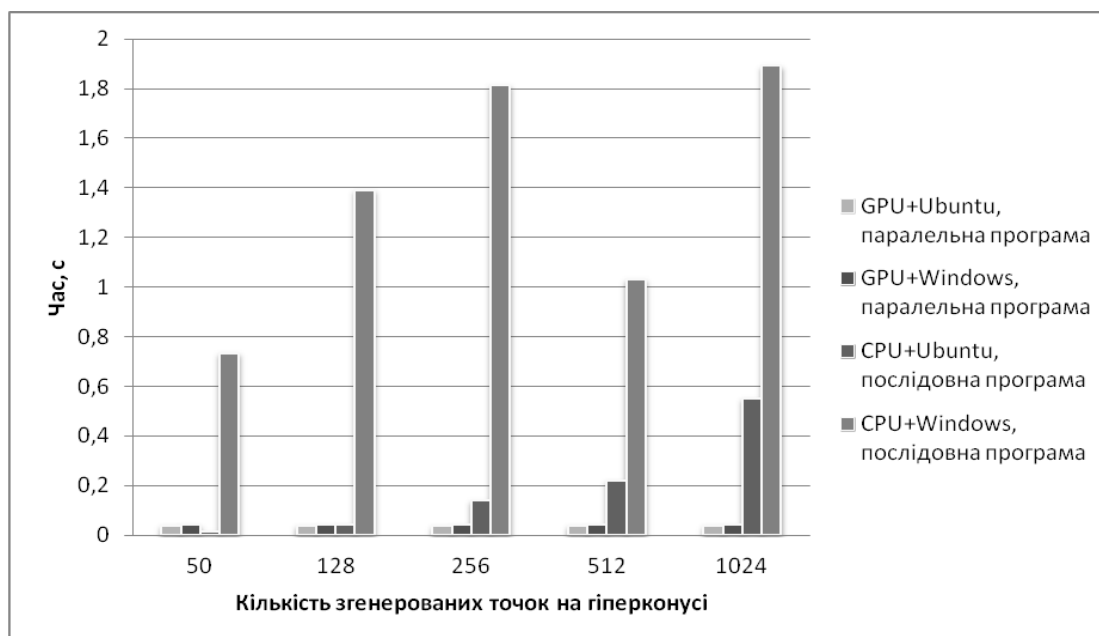


Рисунок 1 – Порівняння часу виконання програм в ОС Windows і Ubuntu

Як видно з рис. 1, як паралельна, так послідовна програми в операційній системі Ubuntu виконуються швидше, ніж в ОС Windows. Це зумовлене тим, що дана ОС характеризується кращою швидкістю передачі даних.

Як бачимо, при обчисленні функції мети у 1024 згенерованих точках на гіперконусі вдалось досягти прискорення в 14 раз для операційної системи Ubuntu 10.10 у порівнянні з центральним процесором. Хоча для тестування використовували один із найпростіших графічних процесорів із підтримкою технології CUDA (NVIDIA GeForce GTS 250).

Програма є універсальною для будь-якої відеокарти з підтримкою CUDA. Тому було проведено ще одне тестування з використанням трьох різних багатоядерних графічних процесорів:

1. NVIDIA GeForce GTS 250 (128 ядер);
2. NVIDIA GeForce 525M (96 ядер);
3. NVIDIA GeForce 310M (16 ядер).

Результати експерименту представлені на рис. 2.

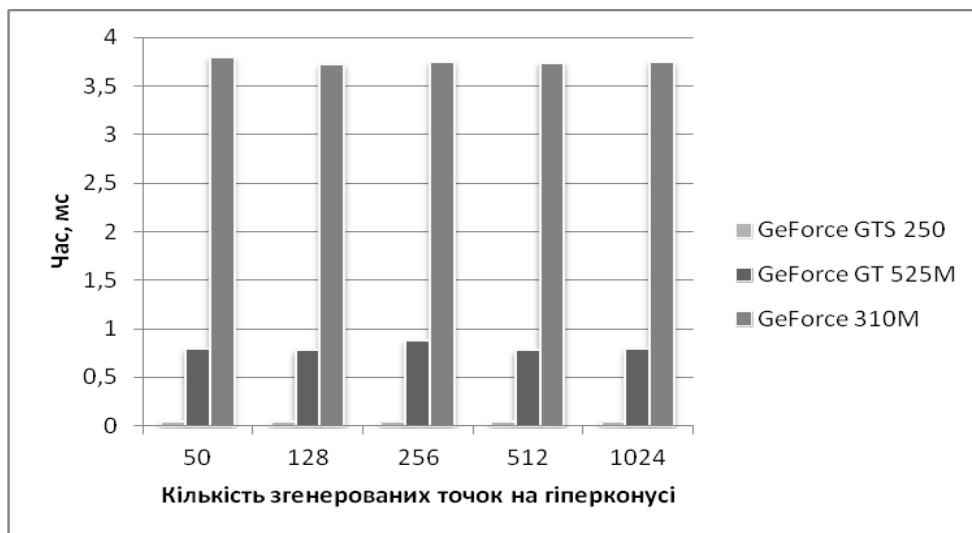


Рисунок 2 – Порівняння часу виконання паралельної програми на різних багатоядерних графічних процесорах

Отже, паралельна програма побудови дискретних динамічних моделей може виконуватись і на новіших багатоядерних графічних процесорах, на яких можна отримати ще більше прискорення.

На сьогодні компанія NVIDIA випустила нові графічні процесори, наприклад сімейство Tesla, які перетворюють звичайні персональні комп'ютери та робочі станції в персональні суперкомп'ютери, при цьому забезпечуючи продуктивність на рівні кластеру. Вони базуються на архітектурі NVIDIA CUDA під кодовою назвою Fermi і дозволяють досягати продуктивності більше 500 GFlops при операціях з подвійною точністю та 1 TFlops при операціях з одинарною точністю [4]. Тому при розпаралеленні алгоритму побудови дискретних динамічних моделей на графічних процесорах даного сімейства можна отримати ще більше прискорення.

Зараз масового поширення набувають ноутбуки з багатоядерними графічними процесорами з підтримкою технології CUDA. Нові моделі GPU для ноутбуків мають 384 потокові ядра. Така потужність перетворює ноутбуки в мобільні суперкомп'ютери [5].

Отже, в результаті даного дослідження проведено порівняння виконання паралельної та послідовної програми у двох різних операційних системах. А також порівняно виконання програми на різних багатоядерних графічних процесорах та проаналізовано перспективи росту продуктивності та прискорення завдяки новим моделям GPU.

#### Список використаних джерел

1. Стахів П. Г. Побудова макромоделей електромеханічних компонент з використанням оптимізації /П. Г. Стахів, Ю. П. Козак //Технічна електродинаміка. – 2001. – №4. – С. 33-36.
2. Козак Ю. Я. Розпаралелення алгоритму оптимізації параметрів дискретних динамічних моделей на масивно-паралельних процесорах/ Козак Ю. Я., Стахів П. Г., Струбицька І. П. // Відбір і обробка інформації. - 2010. – Вип. 32 (108). – С. 126-130.
3. Стахів П. Г. Розпаралелення процесу побудови дискретної динамічної моделі двообмоткового трансформатора /Стахів П. Г., Струбицька І. П., Козак Ю.Я. // Вісник Тернопільського національного технічного університету. – 2012. – №1 (65). – С. 182-187.А.
4. Tesla – решения для рабочих станций [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.nvidia.ru/page/personal\\_computing.html](http://www.nvidia.ru/page/personal_computing.html).
5. NVIDIA Quadro открывает новую эру мобильных суперкомпьютеров [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.nvidia.ru/object/nvidia-quadro-fermi-mobile-20110222-ru.html>.



## ДИНАМИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ СИНХРОНИЗАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Тесленко Г.А.<sup>1)</sup>, Попов Ю.В.<sup>2)</sup>, Ладыженский Ю.В.<sup>3)</sup>

*Донецкий национальный технический университет*  
<sup>1) ассистент; <sup>2) к.т.н., доцент; <sup>3) к.т.н., доцент</sup></sup></sup>

### I. Постановка проблемы

Моделирование и тестирование цифровых логических схем являются одним из важнейших компонент САПР компьютерных систем. Высокая размерность и сложность цифровых систем приводит к большим затратам времени и памяти при последовательном моделировании. Создание эффективных параллельных и распределенных программных [1,2], аппаратных средств моделирования является актуальной научно-технической проблемой.

### II. Задачи работы

Задачей работы является разработка новой объектно-ориентированной модели моделирующего процессора с динамическим протоколом синхронизации для системы распределенного логического моделирования цифровых систем.

### III. Особенности динамического протокола синхронизации

Особенностью динамического протокола, используемого в системе моделирования, является возможность переключения от консервативной синхронизации к оптимистической и обратно в процессе моделирования. Логический процесс автоматически изменяет свой тип на консервативный в случае возникновения частых откатов, либо на оптимистический в случае частых блокировок при моделировании. Переключение в оптимистический режим синхронизации выполняется путем установки поля типа логического процесса. Переключение в консервативный режим предполагает в начале использование промежуточного режима работы, в котором обрабатываются только безопасные и антисообщения. Так как при оптимистической синхронизации в списке состояний могут находиться события, которые потенциально могут привести к откату в других логических процессах, то перед переключением необходимо гарантировать корректное состояние логического процесса. В промежуточном режиме выполняется откат ошибочных событий с помощью антисообщений, новые состояния не сохраняются в очередь, т.к. обрабатываются только безопасные события. В результате очередь состояний очищается, что гарантирует корректное состояние логического процесса перед его переключением в консервативный режим.

С целью повышения эффективности моделирования динамический протокол синхронизации может быть реализован аппаратно [3].

Существующая программная система распределенного логического моделирования [4,5] может быть расширена при помощи предложенного протокола.

### Выводы

Приведено описание динамического протокола синхронизации для системы распределенного логического моделирования.

Использование динамического протокола синхронизации позволяет повысить эффективность распределенного логического моделирования по сравнению с классическими алгоритмами.

### Список использованной литературы

1. C.J.R. Shi, D.Lungeanu. Distributed simulation of VLSI circuits via lookahead-free self-adaptive optimistic and conservative synchronization. In Proc. ICAAD, pages 500-504, Nov 1999.
2. D.Lungeanu and C.-J.R. Shi. Parallel and distributed vhd1 simulation. In Proc. DATE, pages 658-662, March 2000.
3. Ладыженский Ю.В., Тесленко Г.А. Аппаратный метод повышения эффективности алгоритмов распределенного логического моделирования цифровых систем. // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». Випуск 106 – Донецьк: ДонНТУ, 2006. – 220с. – С.77-81.
4. Ladyzhensky Y.V., Popoff Y.V. Software system for event-driven logic simulation // IEEE EWDWT, Odessa, September 15-19, 2005, p.119-122
5. Ladyzhensky Y.V., Popoff Y.V. Architecture of internet access to distributed logic simulation system // IEEE EWDWT, Sochi, September 15-19, 2006, p.339-343

## ПАРЕТО-ОПТИМАЛЬНИЙ БРОКЕР ГРІД-РЕСУРСІВ

Турченко В.О.<sup>1)</sup>, Пуголь Т.О.<sup>2)</sup>, Шульц В.О.<sup>3)</sup>, Саченко А.О.<sup>4)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет,  
1) к.т.н., доцент; 2) інженер; 3) магістр; 4) д.т.н., професор*

### I. Постановка задачі

Проблеми диспетчеризації та брокерування ресурсів є найбільш досліджуваними в області ГРІД-систем [1-3]. Брокерування, як частина процесу диспетчеризації, має за мету вибрати серед наявних такі ГРІД-ресурси, що можуть забезпечити певні переваги паралельним задачам, наприклад, найменші час доставки (TTD – total time to delivery) та час обчислення, мінімальний час виконання (makespan) та інші характеристики [3]. Аналіз робіт [1-3] показав, що відомі рішення, як правило, використовують два критерії – час обчислення та кошти, затрачені на обчислення, як найбільш важливі критерії оптимізації при створенні ефективних стратегій брокерування ресурсів. В цій роботі запропоновано додати третій критерій – ефективність розпаралелення, який визначає ефективність використання високопродуктивної комп'ютерної системи (ВКС) в складі ГРІД.

### II. Мета роботи

Метою роботи є розробка та дослідження брокера ГРІД-ресурсів, що забезпечує мінімізацію часу виконання паралельного алгоритму групового навчання багатосарового перцептронну (БШП) згідно з методом зворотного поширення помилки з одночасним забезпеченням максимальної ефективності розпаралелення найбільш економічним чином.

### III. Брокерування ГРІД-ресурсів з використанням Парето-оптимізації

Проблема брокерування ресурсів є задачею багатокритеріальної оптимізації [1]. Одним із можливих шляхів розв'язку такої задачі є застосування теорії оптимальних за Парето рішень [1, 4]. Парето-оптимальність складається з набору Парето-оптимальних (не гірших) рішень, які не є домінуючими по відношенню до інших. Однак набір Парето-оптимальних рішень може бути достатньо великим. Тому доцільно застосувати підхід вагових коефіцієнтів [1, 5], що дозволяє встановити ваговий коефіцієнт на кожний цільовий критерій оптимізації та зменшити Парето-множину до одного оптимального рішення, що найбільш задовольняє, в даному випадку, відповідну політику брокерування ресурсів. Для розробки методу брокерування ресурсів використано Парето-оптимальність для трьох критеріїв: (i) ціна ВКС, (ii) час виконання паралельного алгоритму на певній кількості паралельних процесорів та (iii) ефективність розпаралелення цього алгоритму. Для розробки методу доцільно сформувати набір можливих рішень розпаралелення на основі множини доступних ВКС, наявних в ГРІД, та кількості їх процесорів. Доцільно трансформувати критерій «ефективність розпаралелення» до інверсного критерію «неефективність» з метою усунення з розгляду усіх гірших рішень з великою ціною, великим часом обчислень та великою неефективністю, що не будуть розглядатися як Парето-оптимальні. Таким чином, кожне з рішень буде мати три цільові функції  $f_o$ ,  $o = 1, 2, 3$ . Набір Парето-оптимальних рішень знаходиться шляхом відкидання домінуючих рішень згідно з наступним алгоритмом [4]:

1. Почати з  $i = 1$  для списку всіх рішень;
2. Для всіх  $j \neq i$  порівняти рішення на домінуючість, чи  $f_o(x^i) \geq f_o(x^j)$  для всіх  $o = 1, 2, 3$  цілей;
3. Якщо, для любого  $j$ ,  $x^i$  домінує над  $x^j$ , то позначити  $x^j$  як домінуюче;
4. Якщо всі можливі рішення зі списку розглянуті, то перейти на наступний крок, інакше  $i = i + 1$  та перейти на крок 1;
5. Всі рішення, що не були позначені як домінуючі, є Парето-оптимальними рішеннями.

Оптимальне рішення з набору Парето-оптимальних доцільно обчислити за допомогою норми

$$ON_i = \sqrt{\sum_{o=1}^3 (f_o(x^i) \cdot \xi_o)^2},$$

де  $\xi_o$ ,  $o = 1, 2, 3$  - вагові коефіцієнти, що визначають важливість кожного критерію оптимізації (ціна, ефективність або час) для бажаного  $i$ -го рішення з брокерування ресурсів згідно з поточним станом

ГРІД-системи чи бажанням користувача. Рішення з мінімальною нормою  $ON_i$  буде вважатися оптимальним [5].

#### IV. Експериментальні дослідження

Експерименти проведено на трьох ВКС у складі ГРІД: симетричному багатопроцесорному комп'ютері *Flamingo* (16 процесорів, ціна \$20К), паралельному комп'ютері з ccNuma архітектурою *Crati* (28 процесорів, \$50К), обчислювальному кластері *Battlecat* (16 процесорів, \$8К) для 8-ми збільшуваних сценаріїв розпаралелення навчання БШП [6]. Час та ефективність розпаралелення для одного сценарію  $W=121$  (кількість налаштовуваних зв'язків БШП),  $N=100$  (кількість навчальних патернів) наведено в таблиці 1, Парето-оптимальні рішення для цього сценарію (5 з 14 можливих) наведено в таблиці 2, опис політик брокерування наведено в таблиці 3, набір оптимальних рішень для досліджуваного сценарію згідно з різними політиками брокерування наведено в таблиці 4.

Таблиця 1

Один із сценаріїв розпаралелення, використаних в експериментальних дослідженнях

Сценарій	ВКС	Процесорні елементи (ПЕ)													
		1		2		4		8		16		24		28	
		Час, s	Е, %	Час, s	Е, %	Час, s	Е, %	Час, s	Е, %	Час, s	Е, %	Час, s	Е, %	Час, s	Е, %
W=121 N=100	C	1.0405	75.3	0.6912	46.2	0.5634	14.2	0.9184	0.0	1.9378	0.0	4.1751	0.0	6.2327	
	F	3.6809	92.9	1.9811	73.5	1.2525	52.8	0.8709	12.5	1.8440					
	B	3.5080	95.5	1.8371	82.9	1.0576	20.1	2.1813	6.6	3.3360					

Таблиця 2

Парето-оптимальний набір для досліджуваного сценарію розпаралелення

Сценарій	Оптимальна Парето-множина				
W = 121 N = 100	C, 2 ПЕ, 0.6912 с	C, 4 ПЕ, 0.5634 с	F, 8 ПЕ, 0.8709 с	B, 2 ПЕ, 1.8371 с	B, 4 ПЕ, 1.0576 с

Таблиця 3

Політики брокерування ресурсів

Політика	Ваговий коефіцієнт $\xi_i$			Опис політики брокерування ресурсів
	Ціна $\xi_1$	Е, $\xi_2$	Тр, $\xi_3$	
WP1	10	1	1	Низька ціна є головним критерієм. Всі інші критерії повинні бути не гіршими.
WP2	1	10	1	Висока ефективність є головним критерієм. Всі інші критерії повинні бути не гіршими.
WP3	1	1	10	Малий час виконання є головним критерієм. Всі інші критерії повинні бути не гіршими.
WP4	0.01	0.1	50	Ціною можна знехтувати, висока ефективність не є критерієм, однак час виконання має бути як можна меншим.
WP5	0.01	50	50	Ціною можна знехтувати, висока ефективність та малий час виконання повинні бути забезпечені.
WP6	0.001	0.001	90	Ціною та ефективністю можна знехтувати цілком, а час виконання повинен бути якнайменшим.

Таблиця 4

Одне оптимальне рішення брокерування для різних політик брокерування

Сценарій	Характеристики	WP1	WP2	WP3	WP4	WP5	WP6
W=121 (10-10-1), N=100	ВКС (ціна) (ПЕ), Е % Час, с	В (8К) (2), 95.5 1.8371	В (8К) (2), 95.5 1.8371	В (8К) (2), 95.5 1.8371	В (8К) (4), 82.9 1.0576	В (8К) (2), 95.5 1.8371	С (50К) (4), 46.2 0.5634

Аналіз отриманих результатів показав, що домінантні рішення не ввійшли в таблицю 2 Парето-оптимальних рішень. Літери C, F або B (таблиця 4) описують назву ВКС, перші дужки описують ціну ВКС, потім наведено кількість процесорів, на яких доцільно розпаралелювати задачу, а також очікувані значення ефективності розпаралелення та часу виконання сценарію. Аналіз табл. 4 показав, що розроблений брокер ресурсів правильно враховує всі показники - ціну ВКС, ефективність розпаралелення та час виконання паралельного алгоритму, що дозволяє вибрати таку конфігурацію ВКС, яка найкраще підходить для виконання необхідного сценарію розпаралелення з урахуванням

конкретної політики брокерування. Більш розширений варіант представлення результатів експериментальних досліджень для 8-ми збільшуваних сценаріїв розпаралелення навчання БШП наведено в [6].

### **Висновки**

Запропонований метод брокерування ГРІД-ресурсів базується на Парето-оптимізації з використанням вагових коефіцієнтів для вибору одного оптимального рішення. Результати експериментальних досліджень, здійснені за допомогою кількох високопродуктивних комп'ютерних систем у складі ГРІД показали, що запропонований метод брокерування забезпечує добру відповідність бажаній політиці диспетчеризації, що полягає у мінімізації часу виконання паралельного алгоритму одночасно з максимізацією ефективності розпаралелення найбільш економним чином.

### **Список використаних джерел**

1. Xhafa F. Computational models and heuristic methods for Grid scheduling problems / F. Xhafa, A. Abraham // Future Generation Computer Systems. – 2010. – Vol. 26. – P. 608-621.
2. Garg S.K. Time and cost trade-off management for scheduling parallel applications on Utility Grids / S.K. Garg, R. Buyya, H. J. Siegel // Future Generation Computer Systems. – 2010. – Vol. 26. – P. 1344-1355.
3. Elmroth E. Grid resource brokering algorithms enabling advance reservations and resource selection based on performance predictions / E. Elmroth, J. Tordsson // Future Generation Computer Systems. – 2008. – Vol. 24. – P. 585-593.
4. Deb K. Multi-objective genetic algorithms: problem difficulties and construction of test problems / K. Deb // Evolutionary Computation. – 1999. – No. 7 (3). – P. 205-230.
5. Пасічник Р.М. Моделювання терموкерованих систем Моно-ієрусалимського з мінімальними побічними виходами в умовах невизначеності / Р.М. Пасічник, Ю.Р. Піговський // Міжнародний науково-технічний журнал "Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія". – 2008. – No. 1(11). – С. 69-75.
6. Турченко В.О. Методологія брокерування Грід-ресурсів на основі Парето-оптимізації / В.О. Турченко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2011. – № 1. – С. 312-318.

УДК 004.75

## **ОРГАНІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ НА ПОТУЖНОСТЯХ КЛІЄНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ WEB-БРАУЗЕРА**

**Шолох О.О.**

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", студент*

### **I. Постановка проблеми**

Проблема недостатньої кількості обчислювальних потужностей, необхідних для розв'язання завдань науки та народного господарства, є надзвичайно актуальною в наш час.

### **II. Мета роботи**

Метою дослідження є розробка нового методу організації розподілених обчислень із використанням обчислювальних потужностей клієнтів за допомогою їх Web-браузерів.

### **III. Опис запропонованого методу**

В останні роки застосування Web-додатків значно розширилось. Перегляд електронної пошти, фото, відео, покупка товарів, спілкування з друзями та колегами переходить із великого різноманіття окремих спеціалізованих додатків до одного – Web-браузера. Користувачі витрачають багато часу, застосовуючи цей додаток. При цьому обчислювальна потужність їхніх комп'ютерів у більшості випадків використовується ледве наполовину.

Ідея методу полягає у використанні обчислювальних ресурсів, що не застосовуються користувачами персональних комп'ютерів за допомогою Web-браузера.

Реалізація даної ідеї включає в себе розробку серверної та клієнтської частини.

Серверна частина повинна здійснювати контроль за роботою системи, розподіляючи навантаження між її вузлами (Web-браузерами клієнтів). Фізично – це Web-сервер, який забезпечує хостинг клієнтської частини та прийом і відправку Ajax-запитів на обчислення.

Клієнтська частина являє собою набір вузлів. Окремий вузол – це Web-браузер з інтерпретатором мови програмування JavaScript. Користувач даного Web-браузера повинен відкрити певну сторінку, до якої підключений спеціалізований JavaScript код для виконання обчислень.

Часова діаграма роботи основних компонентів системи зображена на рисунку 1.

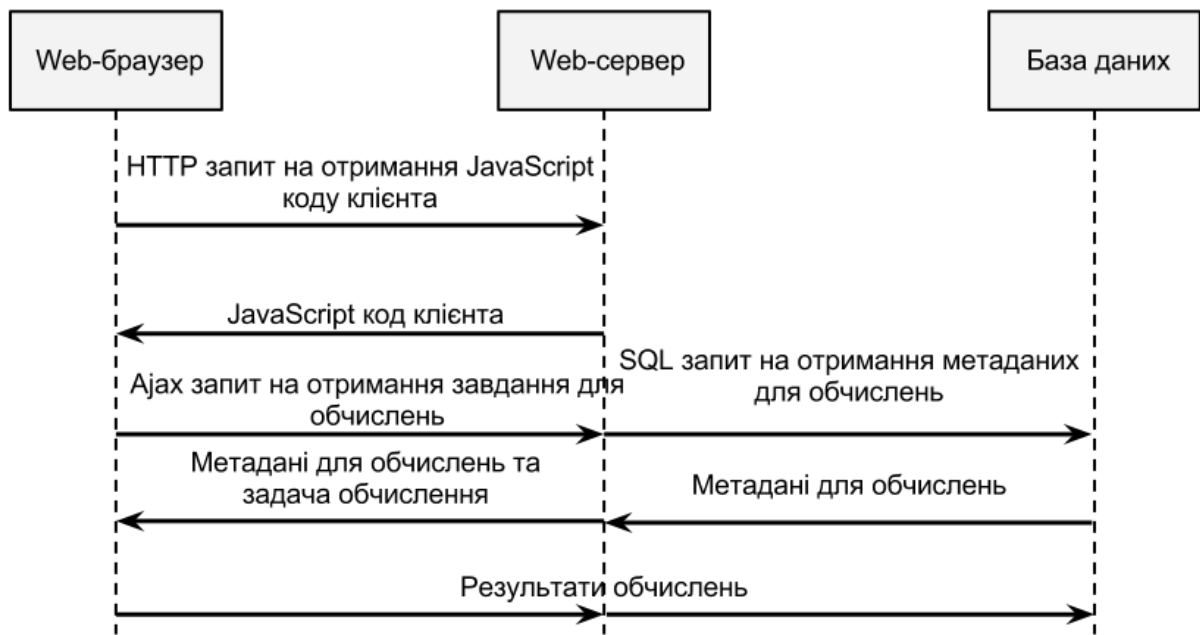


Рисунок 1 – Діаграма роботи основних компонент системи

Як бачимо, даний метод дає можливість створити розподілену систему обчислень без інсталяції спеціалізованого програмного забезпечення на клієнтську частину.

Слід зазначити, що існує можливість підробки результатів обчислень на клієнтській стороні. Даний недолік усувається шляхом порівняння результатів однієї і тієї ж задачі, обчисленої на різних вузлах. Якщо певний вузол буде давати хибні результати, його слід віднести до «чорного списку» і не відправляти йому нові задачі

#### Висновок

Даний метод вводить новий підхід до реалізації розподілених обчислень. Він надає можливість створювати ефективні системи, що не використовують спеціалізоване обладнання, оскільки дана задача делегується на Web-браузери користувачів.

Розроблений метод може бути використаний для задач, що потребують великих обчислювальних потужностей.

#### Список використаних джерел

1. D. P. Anderson, J. Cobb, E. Korpela, M. Lebofsky, and D. Werthimer. SETI@home: An experiment in public-resource computing. Communications of the ACM, Nov. 2002, Vol. 45 No. 11, pp. 56-61.
2. Згуровский М.З., Петренко А.І. Е-наука на шляху до семантичного Грід. Частина 1: Об'єднання Web- і Грід-технологій.- //Системні дослідження і інформаційні технології.-Київ, №1, 2010.-с.26-38.

## Секція 6. Прикладні засоби програмування та програмне забезпечення

УДК 519.6

### МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПРИБЛИЗНОЇ ТРИВАЛОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Мельник М.В.

*Тернопільський національний економічний університет, магістр*

#### І. Постановка проблеми

Тривалість розробки програмного забезпечення є одною з найважливіших характеристик проектів в галузі інформаційних технологій. Інформація про тривалість розробки певного функціоналу дозволяє здійснювати планування як матеріальних так і людських ресурсів необхідних для його реалізації. Без цієї інформації неможливо спрогнозувати дату закінчення проекту та його вартість.

В індустрії розробки програмного забезпечення на сьогоднішній день найпоширенішими є методи визначення тривалості розробки ПЗ на основі експертних оцінок. Дані методи мають ряд суттєвих недоліків:

- для успішного оцінювання необхідний значний досвід як в розробці ПЗ так і в оцінках тривалості розробки
- суб'єктивність експертних оцінок
- неможливість перевірки та легкого відтворення зроблених оцінок.

Ці недоліки можливо усунути за допомогою використання модельних методів визначення тривалості розробки ПЗ.

За основу базової моделі визначення тривалості розробки програмного забезпечення була вибрана модель СОСОМО II, а саме її варіант, що призначений для оцінювання ранніх стадій розробки програмного забезпечення[1]. Тривалість визначається на основі інформації про трудомісткість, яка в свою чергу визначається на основі розміру програмного забезпечення. Розмір програмного забезпечення вимірюється в тисячах рядків вхідного коду і визначається на основі аналізу UML діаграм варіантів використання.

Окрім розміру модель СОСОМО II для оцінювання ранніх стадій розробки програмного забезпечення також залежить від 13 інших параметрів. У випадку відсутності історичних даних про попередні проекти визначення значень цих параметрів покладається на експерта і пов'язане з певним рівнем неточності і суб'єктивності. Для того щоб краще керувати цією неточністю та ризиками пов'язаними з нею даний підхід використовує Монте-Карло симуляцію на основі діапазонів можливих значень.

#### II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка методу визначення тривалості розробки програмного забезпечення використовуючи регресійну параметричну модель СОСОМО II. Метод базується на визначенні функціонального розміру ПЗ на основі аналізу діаграми варіантів використання (use case diagram) та проведенні Монте-Карло симуляції.

#### III. Метод визначення тривалості розробки програмного забезпечення

Модель СОСОМО II для оцінювання ранніх стадій розробки програмного забезпечення визначає трудомісткість розробки програмного забезпечення (людино-місяці) так:

$$PM = A \times Size^E \times \sum_{i=1}^7 EM_i,$$
$$E = B + 0.01 \times \sum_{j=1}^5 SF_j, \quad (1)$$

де калібровочні константи  $A$  та  $B$  дорівнюють відповідно 2.94 та 0.91 [2];  $EM_i$  – мультиплікативні фактори;  $SF_j$  – експоненційні фактори COCOMO,  $Size$  – розмір ПЗ, має бути вираженим в одиницях KSLOC (1 KSLOC = 1000 SLOC, рядки вхідного коду).

Тривалість розробки (time to develop – TDEV) оцінюється за формулою

$$TDEV = C \times (PM)^F, \\ F = D + 0.2 \times (E - B), \quad (2)$$

де константи  $C$  та  $D$  дорівнюють відповідно 3,67 та 0,28[2].

Константи  $A$  та  $B$  можна калібрувати використовуючи історичні дані про виконані раніше подібні проекти в межах організації.

В [1] зазначено що кількість стрічок початкового коду можна приблизно спрогнозувати аналізуючи вимоги до програмного забезпечення методом FPA (Function Point Analysis) та перетворивши функціональний розмір в KSLOC. За стандартом ISO/IEC, функціональний розмір програмного забезпечення є кількісною мірою його функціональності та визначається як кількісна оцінка функціональних вимог користувача до ПЗ. Функціональні вимоги визначають процеси та процедури, які будуть виконуватися ПЗ. В [3] запропоновано альтернативний спосіб визначення функціонального розміру на основі аналізу UML Use Case діаграм. Для цього пропонується на основі UML стереотипів ввести додаткові позначення що встановлюватимуть зв'язок між елементами Use Case діаграми та транзакціями в FPA. Метод FPA розрізняє три типи транзакцій:

Зовнішній ввід. Процес, у якому дані перетинають межу системи, при цьому вони вводяться в неї та відбувається модифікація внутрішнього її стану або файлів даних, якими система керує. Прикладом може бути введення даних користувачем з клавіатури. Для позначення таких транзакцій пропонується використання стереотипу UML «external input».

Зовнішній вивід. Процес, у якому дані перетинають межу системи, при цьому з неї виводяться дані, отримані внаслідок обробки або проведених розрахунків. Приклад – відображення статистичних графіків на екрані або їх друк на принтері. Для позначення таких транзакцій пропонується використання стереотипу UML «external output».

Зовнішній запит. Процес, у якому дані перетинають межу системи, при цьому з неї виводяться необроблені дані. Прикладом може бути відображення тексту, раніше введенного користувачем. Для позначення таких транзакцій пропонується використання стереотипу UML «external inquiry».

Після ідентифікації транзакцій на діаграмі варіантів використання їм присвоюються відповідні вагові коефіцієнти на основі важливості тих чи інших функцій для кінцевого користувача. Для знаходження загальної функціональної складності для кожної транзакції береться її значення складності відповідно до вагового коефіцієнта та сумується[1].

Задля кращого контролю над неточностями у вхідних даних для параметричної моделі запропоновано використовувати Монте-Карло симуляцію.

### Висновки

У роботі описано метод та найважливіші аспекти визначення приблизної тривалості розробки програмного забезпечення. Даний метод базується на оцінюванні розміру ПЗ за діаграмами варіантів використання та проведенні Монте-Карло симуляції. Метод дозволить менеджерам та розробникам краще розуміти процес оцінювання тривалості розробки ПЗ та фактори, що впливають на нього. Наступні роботи можуть включати детальніший опис процесу калібрування моделі на даних попередніх проектів та деталізацію підходу до Монте-Карло симуляції оцінки тривалості розробки ПЗ.

### Список використаних джерел

1. CSE, 1999: Center for Software Engineering. COCOMO II Model Definition Manual. // Computer Science Department, USC Center for Software Engineering, 1999. – 37 p.
2. CSE, 1999: Center for Software Engineering. COCOMO II Reference Manual. // Computer Science Department, USC Center for Software Engineering, 1999. – 86 p.
3. Стрелов І. А., Ігнатенко П.П. Ідентифікація та відображення функціональних елементів fra-методу в uml-моделі створеної системи для оцінювання її економічних характеристик // Пробл. програм. – 2005. – №1. – С. 38-51.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДИНАМІЧНИХ ПРИМІТИВІВ

**Адамович В.І., Прокопів В.В.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістри*

### I. Постановка проблеми

Для представлення різнотипних мультимедійних даних широко використовуються графічні зображення. Найменшими графічними елементами, які використовуються в якості базових для побудови більш складних зображень є примітиви. Сьогодні спостерігається тенденція до використання динамічних зображень, які використовують в системах реального часу. Більшість таких систем опрацьовують пікселі - найпростіші примітиви растрової графіки. Тому актуальною є задача дослідження параметрів динамічного пікселя.

### II. Мета роботи

Метою роботи є дослідження параметрів динамічних примітивів для розробки графічного редактора ігрових сцен.

### III. Дослідження параметрів динамічних примітивів та побудова графічного редактора

Основними статичними параметрами, які враховують властивості пікселя як примітива є форма та спосіб растрування площини пікселя (при відтворенні пікселя як множини елементів інформаційного поля). Властивості пікселя як динамічного примітива розглядаються на основі таких параметрів, як характер зміни інтенсивності кольору, частота та скважність [1].

Керування характером зміни інтенсивності кольору дозволяє провести моделювання фізичних примітивів в реальних режимах їх роботи і моделювання режимів, які забезпечують найкращі показники інформативності цих примітивів.

Спосіб растрування площини пікселя забезпечує геометричну асоціацію пікселя з конкретними індикаторними елементами, в яких зміна інтенсивності підпорядкована певному закону. В межах інформаційного поля при певних умовах спосіб растрування площини пікселя також може бути додатковим інформативним параметром [2].

Експериментальні дослідження динамічних примітивів довели, що:

- кращою є послідовність аналізу динамічних примітивів, яка полягає в дослідженні коефіцієнта сприйняття для кожного окремого значення параметра примітива, та виборі примітива на основі найкращих параметрів;
- краще сприймаються такі закони зміни інтенсивності, як дискретний, синусоїдальний, лінійний.

Отримані результати були використані при розробці редактора графічних ігрових сцен. Розроблений редактор складається з графу сцен та візуалізатора, які призначені для створення, відлагодження та відтворення будь-якого аспекту ігрового світу в реальному масштабі часу. Завдяки застосуванню об'єктно-орієнтованих технологій програмування отримано максимальну продуктивність при переключенні шейдерів. Для розробки редактора використано середовище Microsoft Visual C++ та відкриту графічну бібліотеку OpenGL.

### Висновок

У роботі проведено дослідження параметрів динамічних примітивів растрової графіки, які дали змогу розробити редактор графічних сцен.

### Список використаних джерел

1. Петух А., Обідник Д., Бондаренко О. Динамічні примітиви для інформаційних систем. // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПРТП - 2005). Матеріали першої міжнародної науково – технічної конференції м. Вінниця, 2-5 червня 2005 року —Вінниця. УНІВЕРСУМ. Вінниця, 2005. – с. 115
2. Бондаренко О.С. Динамічні примітиви для відображення величин.// Тези студентських доповідей, рекомендовані до опублікування оргкомітетом XXXIV науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниця та області.—вінниця, 2005. — с. 21



## ПРОГРАМНА ОБОЛОНКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Варава А.С.<sup>1)</sup>, Клим Г.І.<sup>2)</sup>

*Національний університет «Львівська політехніка»*

*<sup>1)</sup> аспірант; <sup>2)</sup> к.т.н., доцент*

Екологічний моніторинг довкілля є сучасною формою реалізації процесів екологічної діяльності за допомогою засобів інформатизації і забезпечує регулярну оцінку і прогнозування стану середовища життєдіяльності суспільства та умов функціонування екосистем для прийняття управлінських рішень щодо екологічної безпеки, збереження природного середовища та раціонального природокористування.

Робота спрямована на розробку програмної оболонки інтелектуальної системи реєстрації та контролю кліматичного стану середовища, бази даних для управління вимірними параметрами. Вся система складається з ієрархії об'єктів. Основний клас `EnvironmentalMonitoring.java`, від якого наслідуються всі інші класи, забезпечує з'єднання програми з апаратними засобами для контролю середовища та забезпечує її подальше виконання. Основне вікно програми дозволяє розпочати новий сеанс роботи системи, тобто створення нової бази даних, фіксування часу та дата її створення, або факту підключення до існуючої бази. Кожні 5 хвилини програма опитує порт та фіксує дані, одержані з RS-232 в базі даних, яка знаходиться на сервері, одночасно виконуючи аналіз одержаних даних. Якщо дані перевищують встановлений рівень, система виконує проміжне переривання і попереджає користувача про факт перевищення допустимих даних. Система при цьому також забезпечує фіксацію перевищення даних в базі. Запропонована система працює в декількох режимах: реєстрація та контроль температури; реєстрація та контроль відносної вологості середовища; та одночасна реєстрація і контроль температури та відносної вологості.

В даній системі використана база даних `mySQL JDBC`. Для проектування цієї бази використовується архітектура клієнт-сервер, яка на сьогодні є домінуючою концепцією у створенні розподілених мережних застосувань і передбачає взаємодію та обмін даними між ними. Дана архітектура базується на концепції відкритих систем. Технології і стандарти відкритих систем забезпечують реальну й перевірену практикою можливість виробництва системних і прикладних програмних засобів із властивостями мобільності та інтероперабельності. Властивість мобільності забезпечує порівняльну простоту переносу програмної системи в широкому спектрі апаратно-програмних засобів, що відповідають стандартам і є суттєвою перевагою. Інтероперабельність забезпечує спрощення комплексування нових програмних систем на основі використання готових компонентів із стандартними інтерфейсами. База вміщує в собі таблиці для зберігання основних даних, та таблиці для зберігання даних, які перевищують встановлені (тобто відбулося переривання від програми про факт перевищення даних встановлених норм).

У випадку використання системи з наноструктурованими сенсорами, розташованими в різних місцях (комплексний контроль), вимірвальні модулі будуть здатні самостійно автоматично накопичувати, частково опрацювати та запам'ятовувати попередню інформацію, отриману з сенсорів, а також підтримувати обмін даних з центральним терміналом, призначеним для централізованого опрацювання та накопичення інформації з усіх комплексів. Центральний термінал, а також вся система моніторингу може обслуговуватися одним оператором.

Головне вікно програми містить стандартні пункти меню програми (`File`, `Tools`, `Help`) та підменю `Environment History` в меню `File`, з допомогою якого можна переглядати створений архів бази даних. В меню `Tools` передбачена можливість зміни часового інтервалу вимірювання параметрів навколишнього середовища, а також масштабування графічних залежностей одержаних даних. На рафіках в режимі реального часу виводяться дані про динаміку зміни параметрів довкілля (температури, відносної вологості, тощо). Масштабування в часі динамічне з можливістю прокручування видимої ділянки графіків. Для зручності користувача передбачена поточна дата та реальний час. Кнопка `Environment Now` дає можливість надсилати запит на термінове одержання вимірних даних. Основну частину вікна займає таблиця з архівом даних екологічного моніторингу, формат відповідає формату відображення даних у базі даних. Для організації пошуку інформації створено низку вкладок.

## **ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ПІДТРИМКИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ ПОБУТОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ**

**Дедьо М.Я.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістр*

### **I. Постановка проблеми**

В умовах ринкових відносин одним із ключових напрямків підвищення конкурентоспроможності фірми є зниження затримок при виконанні технічного ремонту та обслуговування. Ця діяльність реалізується в рамках жорстких вимог: з однієї сторони до термінів, вчасності виконання замовлень, якості обслуговування і ремонту; з іншої сторони до об'єму матеріальних та фінансових ресурсів. Тому актуальною є задача створення системи для підтримки бізнес-процесів сервісного центру побутової електроніки, яка дозволить вирішити основні проблеми, що виникають в процесі розподілу інформаційних ресурсів між суб'єктами даного виду діяльності.

### **II. Мета роботи**

Метою дослідження є розробка системи для підтримки бізнес-процесів сервісного центру побутової електроніки, який відрізняється від інших використанням сучасних інтелектуалізованих інформаційних технологій представлення, зберігання, опрацювання та аналізу інформаційних ресурсів.

### **III. Особливості реалізації системи для підтримки бізнес-процесів сервісного центру побутової електроніки**

Використання системи для підтримки бізнес-процесів сервісного центру побутової електроніки дозволяє вирішити наступні ключові завдання в області автоматизації процесів технічного обслуговування та ремонту обладнання:

- оптимізація і контроль стану запасних частин, призначених для проведення ремонтних робіт;
- створення механізму оперативного контролю виконання ремонтної програми;
- доступність інформації про стан продуктивності обладнання з технічної та економічної точки зору в режимі реального часу;
- підвищення інтегральних показників ефективності експлуатації обладнання;
- впровадження чітких механізмів розподілу ремонтних робіт між спеціалістами підприємства і зовнішніми виконавцями;
- реалізація і впровадження системи збору, обробки та формування аналітичних та звітних даних за результатами ремонтної діяльності.

З урахуванням особливостей функціональної організації моделей у рамках модельної ієрархії базової предметної області, що підлягає реалізації сервісного центру, для розробки симуляторів у якості базової була використана об'єктно-орієнтована компонентно-базована технологія Web-програмування. В якості базової стратегії реалізації програмних компонентів пропонується підхід, оснований на комбінації RUP (Rational Unified Process) з моделлю водоспаду (Waterfall model), який є об'єктно-орієнтованою стратегією, характерною рисою якої є тісна інтеграція із широко розповсюдженою уніфікованою мовою моделювання UML, яка прийнята як стандартна мова моделювання й надає чітку нотацію, що дозволяє відображати моделі загальноприйнятими графічними елементами у вигляді певного набору структурованих діаграм

### **Висновок**

Реалізація веб-орієнтованої системи для підтримки бізнес-процесів сервісного центру побутової електроніки дозволяє підвищити ефективність функціонування сервісного центру за рахунок оптимізації роботи інформаційно-довідкового online-центру.

### **Список використаних джерел**

1. Тронин Ю.Н. Информационные системы и технологии в бизнесе. М.: "Альфа-Пресс", 2005. - 240 с
2. Томашевський О.М. Інформаційні технології та моделювання бізнес-процесів / О.М. Томашевський, Г. Г. Цегелик, М.Б. Вітер, В. І. Дубук К. : «Видавництво «Центр Учбової літератури», 2012. - 296 с.

# ВЕБ-ОРІЄНТОВАНИЙ КОНСТРУКТОР ФУНКЦІЙ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ІНТЕРВАЛЬНИХ РІЗНИЦЕВИХ ОПЕРАТОРІВ

Дивак М.П.<sup>1)</sup>, Кобилянський І.Я.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> д.т.н., професор; <sup>2)</sup> магістр

## I. Актуальність теми

Сьогодення характеризується швидким розвитком індустрії інформаційних технологій, головним сегментом якої є розробка програмного забезпечення. Особливо активно розвиваються напрями пов'язані із створенням програмного забезпечення систем, де частка програмного забезпечення перевищує частку апаратного. До таких систем відносять системи екологічного моніторингу, у яких наявні модулі для математичного моделювання процесів поширення шкідливих викидів різноманітних джерел забруднення: промислових підприємств; автотранспорту; систем теплогенерування та тепlopостачання, тощо. Для цих задач використовують два підходи: математичного моделювання у вигляді диференціальних рівнянь в частинних похідних; методи макромодельовання на основі інтервальних різницевиx операторів. Порівняльний аналіз вказаних підходів наведено у праці [1]. Авторами даної праці обґрунтовано переваги саме другого підходу, оскільки він спирається на сучасну лабораторно-вимірювальну базу, наявну у санітарно-епідеміологічних станціях міста. Проте макромодельовання на основі інтервальних різницевиx операторів вимагає розв'язувати задачі параметричної ідентифікації різницевиx операторів. Для цих цілей створено програмне забезпечення [2]. Проте аналіз існуючого програмного забезпечення показав, що актуальним залишається розробка універсального користувацького інтерфейсу у його складі, зокрема складовою частиною якого є конструктори функцій для визначення та введення структури різницевого оператора.

У даній праці розглянуто саме цю актуальну науково-прикладну задачу розвитку існуючого програмного забезпечення для розв'язування задач параметричної ідентифікації інтервальних різницевиx операторів у напрямку покращення його інтерфейсу у вигляді веб-орієнтованого конструктора функцій.

## II. Постановка задачі побудови макромоделі [ 1 ]

Стационарне поле концентрацій шкідливих викидів речовини в атмосфері описуємо макромоделлю у вигляді такого різницевого оператора:

$$v_{i,j} = f^T(v_{0,0}, \dots, v_{0,j}, v_{1,0}, \dots, v_{1,j}, \dots, v_{i-1,j-1}) \cdot \vec{g}, \quad i=1, \dots, N, \quad j=1, \dots, L, \quad (1)$$

де  $f(\bullet)$  - відоме нелінійне перетворення, що задає структуру різницевого оператора;  $v_{i,j}$  - прогнозоване (істинне) значення концентрації шкідливої речовини в атмосфері у точці міста з дискретними координатами  $i, j$ ;  $\vec{g}$  - невідомий вектор (розмірністю  $m \times 1$ ) параметрів різницевого оператора.

Для оцінювання вектора параметрів  $\vec{g}$  різницевого оператора використовуємо результати спостережень за концентрацією шкідливої речовини для заданих дискретних значень координат  $i, j$ :

$$\tilde{v}_{i,j} = v_{i,j} + e_{i,j}, \quad i=1, \dots, N, \quad j=1, \dots, L \quad (2)$$

де  $\tilde{v}_{i,j}$  - виміряне значення концентрації шкідливої речовини в приземному шарі атмосфери у точці міста з дискретними координатами  $i, j$ ;  $e_{j,k}$  - випадкові обмежені за амплітудою похибки

$$|e_{i,j}| \leq \Delta_{i,j}, \quad \Delta_{i,j} > 0 \quad \forall \quad i=1, \dots, N, \quad j=1, \dots, L \quad (3)$$

які в загальному випадку залежать від дискретних значень координат місцевості.

Із використанням моделі спостережень (2) та урахуванням обмеженості за амплітудою похибки (3), оцінки концентрації шкідливої речовини, отримані на основі експериментальних даних набувають інтервального представлення

$$[z_{i,j}] = [z_{i,j}^-; z_{i,j}^+] = [(\tilde{v}_{i,j} - \Delta_{i,j}); (\tilde{v}_{i,j} + \Delta_{i,j})], \quad i=1, \dots, N, \quad j=1, \dots, L \quad (4)$$

де  $[z_{i,j}^-; z_{i,j}^+]$ , - гарантований інтервал, який включає істинне невідоме значення прогнозованої концентрації речовини.

Нехай початкові умови стосовно концентрацій шкідливих викидів задані в межах інтервальних оцінок концентрацій шкідливих викидів у вигляді  $[\widehat{v}_{0,0}^-; \widehat{v}_{0,0}^+] \subseteq [z_{0,0}^-; z_{0,0}^+], \dots, [\widehat{v}_{i-1,j-1}^-; \widehat{v}_{i-1,j-1}^+] \subseteq [z_{i-1,j-1}^-; z_{i-1,j-1}^+]$ . Тоді прогнозовані значення концентрацій шкідливих викидів на основі різницевого оператора зі структурою (1) отримаємо за таким виразом

$$[\widehat{v}_{i,j}^-; \widehat{v}_{i,j}^+] = f^T([\widehat{v}_{0,0}], \dots, [\widehat{v}_{0,j}], [\widehat{v}_{1,0}], \dots, [\widehat{v}_{1,j}], \dots, [\widehat{v}_{i-1,j-1}]) \cdot \widehat{g}, \quad i=1, \dots, N, \quad j=1, \dots, L, \quad (6)$$

де  $[\widehat{v}_{0,0}], \dots, [\widehat{v}_{0,j}], [\widehat{v}_{1,0}], \dots, [\widehat{v}_{1,j}], \dots, [\widehat{v}_{i-1,j-1}]$  - задані у вигляді початкових умов та спрогнозовані у точках з координатами  $i-1=0, \dots, N-1, \quad j-1=1, \dots, L-1$  на основі макромоделі інтервальні оцінки концентрацій шкідливих викидів;  $\widehat{g}$  - вектор невідомих оцінок параметрів різницевого оператора.

За цих умов, критерієм для отримання оцінок параметрів різницевого оператора будуть такі включення:

$$[\widehat{v}_{i,j}] = [\widehat{v}_{i,j}^-; \widehat{v}_{i,j}^+] \subseteq [z_{i,j}] = [z_{i,j}^-; z_{i,j}^+], \quad \forall i=0, \dots, N, \quad j=0, \dots, L, \quad (7)$$

Оскільки для отримання інтервалу прогнозованої характеристики  $[\widehat{v}_{i,j}^-; \widehat{v}_{i,j}^+]$  за формулою різницевого оператора (7) необхідно проводити обчислення за правилами інтервальної арифметики, то такий оператор називатимемо інтервальним різницеvim оператором.

Підставляючи інтервальні оцінки  $[\widehat{v}_{i,j}^-; \widehat{v}_{i,j}^+]$ ,  $i-1=0, \dots, N-1, \quad j-1=1, \dots, L-1$  задані у вигляді початкових умов та обчислені за формулою (6) в умови (7), отримаємо таку інтервальну систему нелінійних алгебричних рівнянь

$$\begin{cases} [\widehat{v}_{0,0}] \subseteq [z_{0,0}], \dots \\ z_{i,j}^- \leq f^T([\widehat{v}_{0,0}], \dots, [\widehat{v}_{0,j}], [\widehat{v}_{1,0}], \dots, [\widehat{v}_{1,j}], \dots, [\widehat{v}_{i-1,j-1}]) \cdot \widehat{g} \leq z_{i,j}^+, \quad i=1, \dots, N, \quad j=1, \dots, L \\ [\widehat{v}_{i-1,j-1}] = f^T([\widehat{v}_{0,0}], \dots, [\widehat{v}_{0,j}], [\widehat{v}_{1,0}], \dots, [\widehat{v}_{1,j}], \dots, [\widehat{v}_{i-2,j-2}]) \cdot \widehat{g} \end{cases} \quad (8)$$

Отже задача ідентифікації параметрів інтервального різницевого оператора (7) за умов (8) є задачею розв'язування інтервальної системи нелінійних алгебричних рівнянь у вигляді (8), розв'язками цієї системи є не опукла область.

### III. Обчислювальна схема параметричної та структурної ідентифікації інтервального лінійного різницевого оператора

В основі обчислювальної схеми покладено трьох-крокові процедури [2]:

- 1) задання початкових умов у вигляді інтервальних наближень початкових дискретних значень прогнозованої характеристики із виконанням відомих умов включення (7);
- 2) задання початкової  $\widehat{g}_0$  чи формування випадковим чином поточної оцінки  $\widehat{g}$  вектора параметрів різницевого оператора;
- 3) реалізація рекурентної схеми з метою отримання інтервальних дискретних оцінок прогнозованої характеристики та перевірка «якості» поточної оцінки вектора параметрів різницевого оператора.

### IV. Особливості програмного забезпечення.

У праці [2] наведено особливості побудови програмного забезпечення для реалізації вище описаної обчислювальної схеми. Модель ПЗ зображено у вигляді UML-діаграми. Зокрема, у даному ПЗ відсутня можливість задання структури різницевого оператора (1) без втручання у програмний код, що суттєво обмежує доступ користувачів до даного ПЗ.

У даній праці запропоновано метод формування структури різницевого оператора засобами конструктора функцій. З цією метою розроблено модель конструктора та реалізовано її за допомогою програмного коду на мові C#. Запропонований конструктор реалізовано у вигляді Веб-додатку і інтегровано у програмний комплекс, який забезпечує не тільки формування структури IPO, але й реалізацію цілої групи методів випадкового пошуку для вище наведеної обчислювальної схеми.

### Висновок

Удосконалено метод формування структури макромоделі інтервального різницевого оператора, який на відміну від існуючих ґрунтується на використанні високорівневого Веб-орієнтованого конструктора функцій, що забезпечує спрощення доступу користувача до програмно реалізованих методів параметричної ідентифікації інтервального різницевого оператора та пришвидшення процедур моделювання. На основі удосконаленого методу формування структури макромоделі

інтервального різницевого оператора спроектовано програмне забезпечення та розроблено програмний код, який інтегровано в основну програмну систему, що забезпечує спрощення доступу користувача до програмно реалізованих методів параметричної ідентифікації інтервального різницевого оператора та пришвидшення процедур моделювання, забезпечення розгляду багатоваріантних структур ІРО. Запропоноване програмне забезпечення відзначається «дружнім інтерфейсом», і на відміну від існуючих програмних засобів не вимагає від користувача навиків кодування (написання програм).

#### **Список використаних джерел**

1. Войтюк І. Ф. Застосування інтервального різницевого оператора для апроксимації полів концентрацій шкідливих викидів автотранспорту / І. Ф. Войтюк, Т. М. Дивак, М. П. Дивак, А. В. Пукас // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2011. – № 1 (37). – С. 44–52.
2. Дивак М. П. Особливості побудови інтервальної системи алгебричних рівнянь та методу її розв'язку в задачах ідентифікації лінійного інтервального різницевого оператора./ М. П. Дивак, Т. М. Дивак // Зб. Наук. Праць ДонНТУ. Серія інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка – 2009. – Вип. 10(153). – С. 224–229.

УДК 004.4

## **ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОНТЕНТОМ WEB-САЙТУ**

**Дутка Н.М.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістр*

### **I. Постановка проблеми**

Створення сайту, що складається з великої кількості сторінок або якщо він повинен часто оновлюватися, то перевага динамічної організації стає очевидною. Розробникам Web-сайту немає необхідності переписувати сторінку в разі зміни її інформаційного наповнення або дизайну. Сторінки не зберігаються цілком, а формуються «нальоту» при зверненні до них. Відділення дизайну від контенту є основною відмінністю динамічних сайтів від статичних. Саме у розробці систем управління контентом і полягає актуальність теми.

### **II. Мета роботи**

Метою роботи є розробка програмного забезпечення для засобів управління компонентами web-орієнтованої системи. Наукове значення: використання веб-орієнтованої системи структурного методу аналізу роботи засобів управління компонентами системи та їх взаємодії з користувачами через Internet.

### **III. Основна частина**

Системи управління Web-сайтом – це набір інструментальних засобів, який дає змогу моделювати розгалужені структури сайтів і керувати їхнім інформаційним наповненням. Такі системи управління контентом сайту не потребують спеціальних технічних навичок, таких як програмування або html-верстка. Впровадження системи управління Web-сайтом дає змогу забезпечити контроль над доступом до сайту і внесенням змін. Система управління контентом покликана максимально спростити управління сайтом, зберігаючи гнучкість налаштувань і контролю [1]. На сьогодні існує велика кількість CMS, призначених для вирішення завдань різного типу і різної міри складності: створення сайту-візитки, інтернет-магазину, корпоративного сайту, блогу, файлового сховища, онлайн-ЗМІ і так далі. За приблизними підрахунками, існує близько 411 різних систем управління контентом.

Розглянемо детальніше загальну структуру таких систем і можливості, що надаються ними. У загальному вигляді архітектуру систем управління Web-контентом можна подати так (рисунок 1):

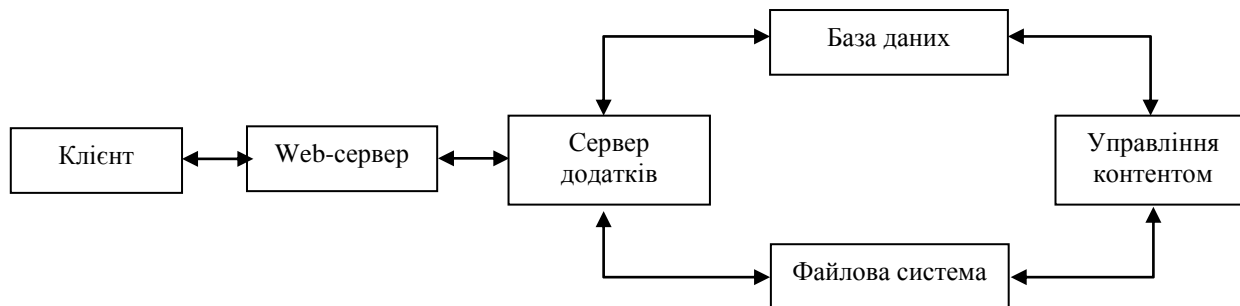


Рисунок 1 – Схема управління контентом

### Висновок

Система управління контентом є багатофункціональним інструментальним засобом, який надає розробнику систем широкий спектр можливостей щодо організації процесів формування, опрацювання та поширення інформаційних продуктів та послуг. Така система значно полегшує розміщення й опрацювання контенту в мережі. Подальші дослідження в цьому напрямі полягають у розробленні засобів агрегації даних, отриманих з інших мережевих ресурсів, і автоматичному додаванні контенту з довільних ресурсів Інтернету за допомогою визначених селекторів і атрибутів.

### Список використаних джерел

1. Кузнецов М., Симдянов И. РНР . Практика создания Web-сайтов. — 2-е изд. перераб. и доп.. — Спб.: «БХВ-Петербург», 2008. — С. 1264.

УДК 004.9

## ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОПРАЦЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО СИГНАЛУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЕЛЕКТРО-ФІЗІОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ГОРТАННОГО НЕРВА

Козак О.Л.<sup>1)</sup>, Медвідь Х.М.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

<sup>1)</sup> к.т.н., доцент, <sup>2)</sup> магістр

### І. Постановка проблеми

Однією з проблем, що виникає при проведенні хірургічних операцій на щитоподібній залозі та в області шиї - є виявлення гортанних нервів та уникнення їх пошкодження, яке призводить до втрати пацієнтом голосу, а також до інших негативних наслідків, пов'язаних з функціонуванням дихальної системи людини. Для вирішення цієї проблеми у праці [1] запропоновано спосіб електрофізіологічної ідентифікації гортанних нервів з інших тканин хірургічної рани. В основу способу поставлено підвищення точності виявлення та візуалізації місцезнаходження гортанного нерва в хірургічній рані, підвищення достовірності його ідентифікації.

При застосуванні електро-фізіологічного способу ідентифікації гортанних нервів подразнюються тканини в хірургічній рані змінним струмом фіксованої частоти, при якій забезпечується мала провідність електричного сигналу м'язовими тканинами і висока провідність електричного сигналу гортанним нервом та м'язами, які керують натягом голосових зв'язок, з подальшою реєстрацією скорочення голосових зв'язок на даній частоті звуковим сенсором, встановленим у дихальній трубці, з подальшим його перетворенням у електричний сигнал, а вихідний інформаційний сигнал, який характеризує наближеність до гортанного нерва, визначають за зміною амплітуди електричного струму заданої частоти.

Методика визначення розміщення гортанного нерва складається з кількох основних кроків:

- подразнення тканин хірургічної рани електричним струмом;
- реєстрація фізіологічної реакції голосових зв'язок, у вигляді інформаційного сигналу;
- аналіз отриманого сигналу;
- візуалізація розміщення гортанного нерва.

Запропоноване технічне та програмне забезпечення, яке дозволяє визначити область для безпечного хірургічного втручання і знизити ризик пошкодження гортанного нерва [2] потребує

удосконалення програмної частини з метою автоматизації робіт при вивченні особливостей застосування методу ідентифікації гортанного нерва.

## II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка програмного забезпечення для автоматизації опрацювання інформаційного сигналу отриманого при ідентифікації гортанного нерва.

## III. Особливості програмної реалізації методу опрацювання інформаційного сигналу

Роботу присвячено розробленню додаткового програмного забезпечення для ідентифікації гортанного нерва під час проведення операцій на щитоподібній залозі.

Дослідження з покращення способу ідентифікації гортанного нерва потребують удосконалення програмних засобів опрацювання інформаційного сигналу. Перш за все, при проведенні досліджень характеристик отриманого сигналу потребує удосконалення способу збору та збереження інформації. Для збереження і подальшого опрацювання потрібно розробити програмний модуль реєстрації, який би дозволив заносити інформацію про пацієнта (прізвище та ім'я, вік, діагноз і т.д.), час та дату проведення операції, реєстрацію звукового сигналу отриманого під час спостереження та аналіз отриманого інформаційного сигналу, з метою виявлення реакції на подразнення гортанного нерва та інформування хірурга про наближення до небезпечної ділянки.

Реєстрація сигналу включає запис частин сигналу (для дослідження з помітками про область зондування, частоту збудження) в медіа форматі, наприклад .wav, та характеристик сигналу, таких як амплітуда, потужність, частота та характеристик сигналу подразнення (частота, вид сигналу) в сховище даних або текстовий файл.

Блок схема алгоритму модуля реєстрації інформаційного сигналу представлена на рисунку 1.



Рисунок 1 Блок-схема модуля реєстрації інформаційного сигналу

Спочатку фіксується частота та вид сигналу подразнення. Далі записується перший фрагмент звукового сигналу заданого початкового часового інтервалу (наприклад 20с.), аналізується отриманий запис, фіксується кількість виявлених дихальних рухів та визначається необхідна тривалість звукового сигналу для реєстрації інформативних характеристик. Якщо тривалість сигналу буде дуже великою, то діагностика розміщення гортанного нерва потребуватиме більшої затрати часу, що не припустимо в умовах проведення хірургічного втручання. Недостатня тривалість сигналу, не дозволить виділити істинні інформативні характеристики сигналу. При проведенні досліджень інформативних характеристик сигналу та їх зв'язок з областю подразнення, важливою є реєстрація інформації про область подразнення, при проведенні ідентифікації під час операції цей крок можна пропустити.

На наступному кроці робиться запис медіа файлу фіксованої тривалості, який можна використовувати в подальшому для встановлення закономірностей та інформативних характеристик результуючого сигналу. Далі проводиться аналіз сигналу – виділення інформативних характеристик сигналу, які зберігаються в сховищі та використовуються для візуалізації розміщення гортанного нерва.

Для реалізації додаткового програмного модуля для опрацювання інформаційного сигналу використано програмне середовище MATLAB, оскільки даний програмний

пакет дозволяє використовувати бібліотеки для опрацювання звукових сигналів, наприклад Signal Toolbox [3].

Програмне забезпечення орієнтоване на користувача з невеликим досвідом роботи, тому інтерфейс повинен бути простим та інтуїтивно зрозумілим.

В роботі розроблено метод опрацювання інформаційного сигналу отриманого під час електрофізіологічної ідентифікації гортанного нерва за допомогою розробленого програмного забезпечення. Результати роботи використано при проведенні досліджень та ідентифікації гортанних нервів під час проведення хірургічних операцій на щитоподібній залозі.

### **Висновок**

У роботі досліджено проблему опрацювання інформаційного сигналу отриманого в результаті електрофізіологічної ідентифікації гортанного нерва та розроблено програмний модуль для реєстрації та опрацювання інформаційного сигналу.

### **Список використаних джерел**

1. Патент України на корисну модель №51174. Спосіб ідентифікації гортанного нерва з інших тканин хірургічної рани при проведенні хірургічних операцій на щитовидній залозі / Дивак М.П., Шидловський В.О., Козак О.Л. - Зар. 12.07.2010. Опубл. 12.07.2010.- Бюл.№13.
2. Козак О.Л. Застосування методів допускового еліпсоїдного оцінювання параметрів інтервальних моделей для задачі візуалізації гортанного нерва / Козак О.Л., Дивак М.П., Пукас А.В. // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Радіоелектроніка та телекомунікації– 2010. – №680. – С. 196-205.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов /А.Б.Сергиенко – СПб.:Питер, 2002. – 608 с.

УДК 004.021

## **ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ЗІ ЗВОРОТНІМ РОЗПОВСЮДЖЕННЯМ ПОМИЛКИ**

**Кулик С.В.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістр*

### **I. Вступ**

Підвищення обчислювальної потужності комп'ютерів за рахунок екстенсивних методів нарощування елементної бази поступово досягає фізичних меж. Це обумовлює підсилення досліджень нових принципів обробки інформації, зокрема пошук інтелектуальних підходів. Нейронні мережі зворотного розповсюдження помилки є одним з таких підходів, який передбачає побудову моделі без значної апріорної інформації з подальшим навчанням по наявним даним навчаючої вибірки. Саме розв'язанню актуальної задачі розробки програмної системи для побудови та дослідження мереж зі зворотнім розповсюдженням помилки присвячена дана робота.

### **II. Мета роботи**

Метою дослідження є розробка програмної системи для дослідження нейронних мереж зі зворотнім розповсюдженням помилки.

### **III. Особливості розробки програмної системи**

З літератури відомо, що розробка системи прийняття рішень на основі нейронної мережі проводиться у наступні кроки [2]:

- визначення проблеми (постановка задачі);
- збір та підготовка даних (оцінка даних, об'єднання й очищення даних, відбір даних, перетворення);
- побудова моделі (оцінка й інтерпретація, зовнішня перевірка);
- використання моделі;
- спостереження за моделлю.

У роботі було виконано перелічені кроки, що дало змогу отримати імітаційну модель системи для дослідження нейронних мереж. Ця модель представляє собою нейронну мережу, яка навчається з використанням навчаючої вибірки. В ході навчання змінюються ваги між нейронних зв'язків з метою



мінімізації різниці між тим, що видає нейронна мережа на виході і тим, що вона повинна отримувати згідно навчаючої вибірки.

У роботі розроблена та реалізована програмна система призначена для побудови та дослідження мереж зі зворотнім розповсюдженням помилки та базується на розробленій імітаційній моделі. Розроблена програмна система після перевірки на еталонних залежностях, може бути використана в практичних задачах технічної і медичної діагностики для розв'язання доволі різних задач, наприклад класифікації, де по різним симптомам та наслідкам хвороби можна встановити точний діагноз хворого, або ж по ознакам несправності двигуна автомобіля визначити причину його поломки.

### **Висновок**

У роботі розглянуті питання, пов'язані з побудовою програмної системи для побудови та дослідження мереж зі зворотнім розповсюдженням помилки. Ця система представляє собою нейронну мережу, яка навчається з використанням навчаючої вибірки. Робота містить реалізацію структури нейронної мережі, її математичну модель, алгоритми навчання, відповідні класи та підсистеми організації даних, проведення тестувань.

### **Список використаних джерел**

1. Штейнберг Ш.Е. Идентификация в системах управления. (М.: Энергоатомиздат: 1987).
2. Кондратенко Н.Р., Куземко С.М. Основы нейронных сетей. Теория та практика. Навчальний посібник. (Вінниця: ВНТУ: 2006).

УДК 683.1

## **ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ПОТОКОВОГО МУЛЬТИМЕДІА З ПІДТРИМКОЮ ПСЕВДОСТРИМІНГУ**

**Спільчук В.М.<sup>1)</sup>, Вікторчук Т.М.<sup>2)</sup>, Фартушний В.В.<sup>3)</sup>**

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2,3)</sup> магістри*

### **I. Постановка проблеми**

Одним з найпопулярніших на сьогодні напрямків розвитку інформаційних технологій є розробка та впровадження інформаційних систем будованих на основі Web-технології.

Веб-орієнтовані системи стали на сьогодні одним з основних видів інформаційних систем, що функціонують у глобальній мережі. За останні 15 років число діючих у мережі Інтернет веб-систем досягнуло кількості мільйонів. Частина таких веб-систем активно використовується користувачами мережі для задоволення своїх інформаційно-пізнавальних потреб. Одним з типів таких систем є веб-орієнтовані системи мультимедіа, які дають можливість користувачам в реальному часі працювати з мультимедійним контентом.

### **II. Мета роботи**

Метою роботи є моделювання та розробка веб-орієнтованої системи потокового мультимедіа з підтримкою псевдостримінгу.

### **III. Моделювання та розробка веб-орієнтованої системи потокового мультимедіа**

Традиційно у системному аналізі та проектуванні інформаційна система описується як взаємодія трьох структур [2]:

- інформаційної структури;
- функціональної структури;
- топологічної структури.

Для моделювання структури веб-орієнтованої системи потокового мультимедіа з підтримкою псевдостримінгу використовували спеціальні засоби діаграмного та описового типу, зокрема BPWin та ERWin.

Розроблена модель структури системи дозволила реалізувати веб-орієнтовану систему потокового мультимедіа з підтримкою псевдостримінгу. Мовою програмування системи обрано C#,

оскільки вона є основною мовою програмування .Net Framework. Для програвання відео обрана технологія Adobe Flash, оскільки вона є лідируючою мультимедіа технологією в Інтернет.

Для покращення роботи з розроблено системою додатково реалізовано графічний редактор веб-сторінок, який дозволяє користувачам ресурсу розміщати в архівній частині веб-орієнтованої системи свої графічні та відео зображення. Перевагою розробленого редактора є простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, який дозволяє швидко та ефективно доповнювати контент сайту мультимедійними даними.

### **Висновок**

У роботі проведено моделювання структури веб-орієнтованої системи потокового мультимедіа з підтримкою псевдостримінгу з використанням спеціальних засобів діаграмного та описового типу, зокрема BPWin та ERWin. Отримані результати дали змогу реалізувати систему потокового мультимедіа з підтримкою псевдостримінгу. Додатково функціонал системи доповнено графічними редактором веб-сторінок.

### **Список використаних джерел**

1. Кузнецов М. В., Симдянов И. В., Голышев С. В. РНР 5. Практика разработки Web-сайтов (СПб.: БХВ-Петербург: 2005).
2. Пелешишин А.М., Буров Є.В. Принципи формального моделювання інформаційних систем на базі Web-технологій (Львів: НУ "Львівська Політехніка": 1999).

УДК 004.4

## **СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММУВАННЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО І СЕРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

**Хамидуллина Е.Д.<sup>1)</sup>, Годла А.С.<sup>2)</sup>, Губенко Н.Е.<sup>3)</sup>**

*Донецкий национальный технический университет  
<sup>1,2)</sup> студенти; <sup>3)</sup> к.т.н., доцент*

### **І. Визуальное программирование для детей**

Визуальное программирование – способ создания программ путем манипулирования графическими объектами вместо написания кода в текстовом виде.

Визуальное программирование позволяет создавать программы, используя графические или символьные элементы, которыми можно управлять интерактивным образом согласно некоторым правилам, причем пространственное нахождение графических объектов можно использовать в качестве элементов синтаксиса программы.

Такой способ создания программ значительно облегчает работу программистов. Кроме того, используя визуальные методы программирования, а также, обратив внимание на педагогические аспекты обучения детей, появляется возможность обучать программированию детей младшего и среднего школьного возраста в интересной для них форме.

При разработке системы визуального программирования необходимо учитывать возрастные особенности детей. Проблема заключается в том, что ребенка очень сложно заинтересовать, кроме того, большинство детей не обладают усидчивостью, поэтому необходимо постоянно заострять их внимание на чем-то новом и интересном.

При обучении программированию людей старших возрастов, которые имеют математическую подготовку, изначально предлагается пройти теоретический курс программирования и только после этого начать работать с программным кодом. Однако такой подход совершенно не подходит для детей. Постановка задачи в случае обучения детей не должна изначально вводить обучаемых в заблуждение или пугать своей сложностью. Кроме того, очень важно, чтобы задачи на первом этапе знакомства с программой не были сложными. Сложность программы должна увеличиваться постепенно, а хорошие результаты подкрепляться похвалой, заработанными баллами или советами для дальнейшего совершенствования навыков.

В мире существует огромное множество систем визуального программирования, но количество программ для детей не так уж велико. Самыми популярными среди них являются: Scratch, EToys, ToonTalk, LightBot, RoboMind и др. Все эти программы, так или иначе, подогревают интерес детей к

программированию, но многие из них имеют сложную структуру, и для того, чтобы разобраться с ней, необходимо предварительно изучить менее сложные системы. Проблема заключается в том, что дети не могут легко переключаться с одной системы на другую. Им нужно потратить некоторое время, чтобы привыкнуть к новым персонажам или к новому расположению элементов программы.

Поэтому, было принято решение создать систему визуального программирования, которая может обучать детей разного уровня знаний, начиная с самых простых заданий и заканчивая сложными.

## II. Объектно-ориентированный подход к программированию

Для работы системы визуального программирования был выбран объектно-ориентированный подход к программированию. Такой подход очень прост для восприятия и понимания, так как он во многом схож с поведением человека. Сущностью и главным элементом объектно-ориентированного программирования является объект. Каждый отдельный объект принадлежит какому-либо классу, и при использовании его в программе он влияет на другие объекты, которые, в свою очередь, также взаимодействуют с другими. Каждый отдельный объект имеет свои состояние и поведение. В конечном итоге, программа – это набор объектов, которые оказывают влияние друг на друга.

Объекты, выполняющие одни и те же действия, объединены в классы.

Ребенку необходимо будет работать с объектами таким образом, чтобы при выполнении программы взаимодействие этих объектов привело к какому-либо результату. При объединении объектов в различном порядке, обучаемый получит разные результаты. Не исключено, что дети будут допускать ошибки при создании программ и получать как положительный, так и отрицательный результаты. Положительный результат будет подкреплен похвалой, об отрицательном результате ребенок будет извещен в доброжелательной форме или же он получит совет по устранению ошибки.

## III. Интерфейс программы

В настоящее время ни у кого не остается сомнений, что качественный и правильно подобранный интерфейс – важный элемент любой создаваемой программы. Более того, интерфейс программы, разработанной для детской аудитории должен иметь следующие свойства:

- яркость – интерфейс программы не должен быть чересчур ярким, это отвлекает детей от обучения, а также плохо влияет на зрение ребенка;

- цветность – большое количество цветов также негативно влияет на восприятие информации ребенком, но однотонность интерфейса программы может привести к тому, что дети не будут заинтересованы в работе с ней;

- наличие опорного персонажа – для того, чтобы детям было интересно и легко обучаться программированию, желательным является наличие одного (или нескольких) объекта, который будет поощрять, давать советы, а также устраивать минуты отдыха. Однако такой персонаж не должен быть слишком навязчивым и броским, чтобы не отвлекать ребенка от главной цели программы.

Опираясь на эти идеи по созданию интерфейса программы, был разработан дизайн системы визуального программирования для детей «PandaKid» (рис. 1).

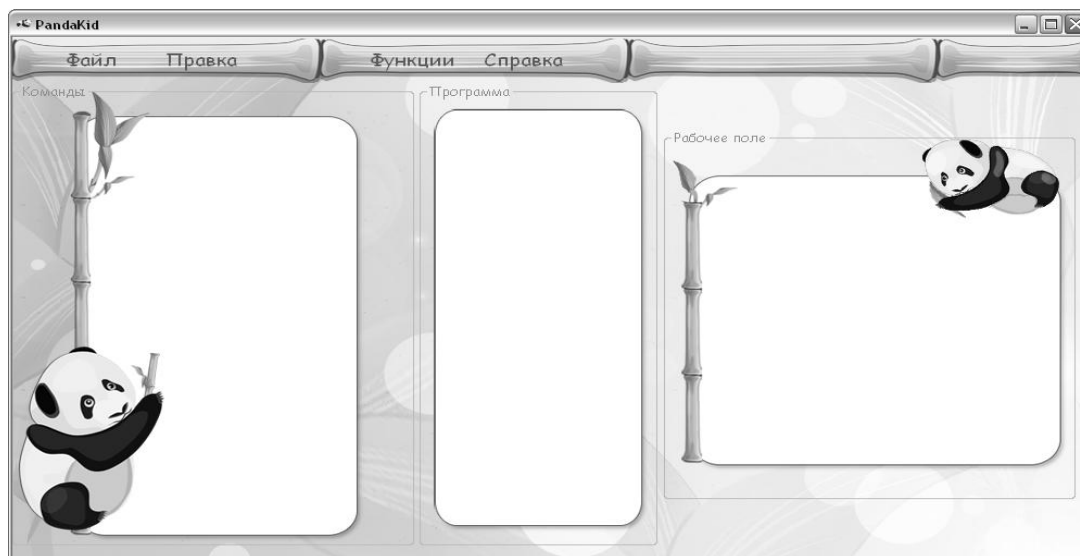


Рисунок 1 – Интерфейс системы визуального программирования «PandaKid»

В соответствии с этим проектом ведется разработка системы визуального программирования для детей младшего и среднего школьного возраста. В программе предусмотрены функции работы с изображением, музыкальным сопровождением, а также возможность создания простейших программ. Для организации вспомогательной работы с программой предполагается разработать серию обучающих видео роликов, показывающих последовательное выполнение действий в системе визуального программирования «PandaKid».

#### **Список использованных источников**

1. Т.И.Кихтенко, Г.П.Несговорова. Методика начального обучения программированию на задачах обработки символьной информации, Новосибирский государственный университет, Институт систем информатики СО РАН
2. [http://citforum.univ.kiev.ua/programming/bp70 Ug/bp70ug\\_09.shtml](http://citforum.univ.kiev.ua/programming/bp70 Ug/bp70ug_09.shtml) – сайт «СІТ forum», стаття «Объектно-ориентированное программирование»
3. [http://life-prog.ru/view\\_zam2.php?id=162&cat=5&page=6](http://life-prog.ru/view_zam2.php?id=162&cat=5&page=6) – сайт «Языки программирования», стаття «Программирование для школьников. Обучение»
4. [http://itc.ua/articles/vizualnoe\\_programmirovanie\\_20466/](http://itc.ua/articles/vizualnoe_programmirovanie_20466/) – сайт «ІТСua», стаття «Визуальное программирование»
5. <http://ru.wikipedia.org/wiki/EToys> – сайт «Wikipedia», стаття «EToys»
6. <http://rulinix.org/?p=189#more-189> – сайт «RuLinux», стаття «Illumination Software Creator (ISC)»

УДК 004.415.53

## **ОСОБЛИВОСТІ ТЕСТУВАННЯ ГРАФІЧНОГО КОРИСТУВАЦЬКОГО ІНТЕРФЕЙСУ**

**Чича В.В.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістр*

### **I. Постановка проблеми**

Останнім часом набули широкого поширення засоби автоматизованого тестування. Більшість відомих компаній, таких як SmartBear Software, HP, IBM, Telerik є розробниками спеціальних тестових «фреймворків», але вказані системи ще не мають повного функціоналу.

### **II. Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Тема тестування ПЗ одержала свій розвиток у працях відомих вчених: Харченка В.С., Майерса Г., Канера Сема. Проблеми процесу тестування графічного користувацького інтерфейсу розглянуто у працях, бібліографія яких приведена в [1,2].

### **III. Вимоги до програмної системи**

Метою досліджень сучасних систем для автоматизованого тестування GUI веб-додатків (Ranorex Studio 3.1.1, TestComplete 8, Teleric Test Studio 2011.2 та Silenium IDE) є встановлення особливостей їх функціонування і створення власної системи, яка відзначається підвищеною продуктивністю. Нефункціональною вимогою створюваної системи є «кросбраузерність».

Оптимально організована система повинна відповідати таким вимогам:

1. Запис та відтворення тестів
2. Відлагодження помилок
3. Безоплатність
4. «Кросбраузерність»
5. Наявність візуалізатора
6. Можливість використання ключових слів при написанні тесту
7. Інтеграція з Visual Studio та генерація коду на C # [3].

### **IV. Кількісні характеристики якості програмної системи для автоматизованого тестування GUI**

У стандарті ISO/IEC 9126 сформульовано вимоги щодо якості ПЗ. Проте, враховуючи специфіку вказаного ПЗ, необхідно сформулювати кількісні характеристики оцінки якості тестових систем цих оцінок якості:

1. Покриття тестових сценаріїв;
2. Покриття коду;
3. Досяжність завершеності тестування [4].

## **V. Архітектура та алгоритм функціонування**

Сайт, який буде тестуватися з використанням даної програми, являє собою MVC-додаток (фреймворк ASP.NET MVC 3)[3]. Особливості роботи розробленої програми для тестування такі: програма при запуску виконує послідовність дій для перевірки користувацького інтерфейсу у трьох браузерах (Mozilla Firefox, Google Chrome, Internet Explorer).

### **Висновки**

У даній праці проведено аналіз основних систем автоматизованого тестування і на їх основі обґрунтовано вимоги щодо нової системи, яка уможливило процес тестування сайту.

Визначено кількісні характеристики якості програмної системи даного типу. Засобами комп'ютерного моделювання показано, що запропонована система за вказаними критеріями має переваги над іншими системами.

### **Список використаних джерел**

1. Калинов А.Я., Косачёв А.С., Посыпкин М.А., Соколов А.А. Автоматическая генерация тестов для графического пользовательского интерфейса по UML диаграммам действий // Труды Института системного программирования РАН. – 2004. - т. 8, ч.1.
2. Robinson Ray, AUTOMATION TEST TOOLS, Date Created: 1st March 2001, Last Updated: 11th Sept 2001.
3. www.wikipedia.org
4. Котляров В.П., Колякова Т.В. Основы тестирования программного обеспечения. – М.: Бином, 2006. – 285 с.

УДК 004.9

## **РЕІНЖЕНЕРІЯ WEB-ПОРТАЛУ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТНЕУ**

**Шпінгаль М.Я.<sup>1)</sup>, Грабовенко С.В.<sup>2)</sup>**

*Тернопільський національний економічний університет*

*1) к.т.н., доцент; 2) магістр*

### **I. Постановка проблеми**

Програмне забезпечення, що використовується в управлінні освітніми об'єктами, як і будь яке програмне забезпечення, з часом морально застаріває і потребує заміни, або оновлення. Тобто виникає задача: замінити програмне забезпечення, або провести реінженерію існуючого.

Реінженерія програмного забезпечення складається з зворотної і прямої інженерії. Зворотня інженерія забезпечує відновлення інформації про існуюче програмне забезпечення, а пряма інженерія використовуючи процеси технології розроблення програмного забезпечення реалізовує пряму задачу створення програмного засобу. Важливим елементом реінженерії є редокументація - документація, яка створюється під час виявлення вимог до програмного засобу з використанням існуючого. Результати редокументації використовуються в прямій інженерії

### **II. Актуальність теми**

Для ефективного ведення документації кафедри комп'ютерних наук ТНЕУ необхідні інформаційні технології централізованого зберігання інформації, а також вільного доступу до неї. Істотною проблемою є швидкий і результативний пошук необхідної інформації серед величезного об'єму даних. Використання автоматизованих систем дозволяє зменшити час пошуку інформації і сприяє оптимальному використанню даних при створенні та опрацюванні документів. Також для істотного полегшення праці автоматизована система повинна оптимально складати навчальне навантаження згідно з навчальним планом, яке потім методист може корегувати, витрачаючи на це менше часу. Задача формування розкладу занять в такій системі повинна бути досить простою, тому автоматизована система повинна мати зручний „інструмент”, що дозволить повністю виключити можливість допущення помилок.

Ефективність управління залежить від коректного рішення задач, пов'язаних зі створенням і формуванням службових документів, контролю їх виконання, а також продуманої організації збереження, пошуку і використання. Наявне програмне забезпечення на кафедрі комп'ютерних наук ТНЕУ не в повній мірі забезпечує потреби кафедри в організації методичного забезпечення.

### III. Мета і задачі дослідження

Метою роботи є проведення дослідження WEB орієнтованих систем, автоматизації роботи кафедри навчального закладу, а також дослідження Web-порталу кафедри КН ТНЕУ з метою реінженерії цього порталу. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати діяльність кафедри комп'ютерних наук ТНЕУ, а також існуючу інформаційну систему методичного забезпечення;
- виконати редокументацію успадкованої інформаційної системи;
- впровадити реалізовані частини системи на кафедрі;
- одержати й проаналізувати результати проробленої роботи.

### IV. Предмет та об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження в цій роботі є процеси, моделі, методи і функціонування Web-порталу методичного забезпечення кафедри комп'ютерних наук ТНЕУ.

Предметом дослідження є успадковане програмне забезпечення Web-порталу методичного забезпечення кафедри комп'ютерних наук ТНЕУ.

### Список використаних джерел

1. Сидоров М.О. Реинженерия проектов программного обеспечения / М.О. Сидоров, В.А. Хоменко, О.А. Авраменко // Проблемы программирования; НАН України. – 2006. – № 2,3. — С. 31–38.
2. Мокін В.Б. Розробка та впровадження систем документообігу і менеджменту навчального процесу магістерської підготовки / В.Б. Мокін, С.В. Бевз, С.М. Бурбело // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2006. – № 2. – С. 5 – 12.
3. Костенко А.Л. – Планирование работы кафедры как решение прикладной информационной задачи. – Москва: 2001, с. 28-29.

УДК 004.9

## ЕКСПЕРТНА WEB- ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ГОТЕЛЕМ

Шпінталь М.Я.<sup>1)</sup>, Самагальський О.В.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр*

### I. Постановка проблеми

Якщо раніше готелі змінювали технологічне оснащення в середньому кожні 7-9 років, то сьогодні цикл скоротився до 3-5 років, і тенденція до скорочення цього терміну продовжується. Згідно з проведенням на заході компанією Microsoft дослідженням, 60-70% усіх готелів протягом найближчих п'яти років закуплять нову систему управління готелем. Важливо відзначити, що сам як такий факт установки сучасної системи не означає безумовного отримання віддачі від здійснених витрат. Ефективність автоматизації обумовлюється цілим комплексом скоординованих заходів щодо перегляду сформованих методів і порядку роботи, перепідготовки персоналу готелю, розробки і перетворення інформаційно-технологічної стратегії підприємства. Цінність системи можна розглядати в двох розрізах-у процесах, які система автоматизує, і даних, які акумулює система в ході своєї роботи.

Однією з проблем готелів при високому завантаженні номерного фонду стало завдання реалізації попередньо заброньованих, але незадовго до прибуття гостя анульованих заявок. Для мінімізації можливих втрат, у таких ситуаціях готель змушений вдаватися до перебронювання номерного фонду, що може привести до складностей, якщо відсоток перебронювання розрахований неправильно. В таких випадках необхідно впроваджувати інформаційні технології здатні в режимі реального часу підтримувати в серверах бронювання реальну картину стану свого номерного фонду, крім небезпеки його перепродажу, а також інтеграція офісів бронювання готельних компаній з окремими готелями. В цьому випадку отримуємо найбільш широкі можливості пошуку, вибору і бронювання номерів у готелях мережі. Крім того, за допомогою систем центрального бронювання окремі готелі також одержують можливість здійснювати взаємне бронювання номерів у інших готелях мережі. Таким чином, можна досягти тісної взаємодії готелів одного з одним і з центральним офісом, тобто об'єднати зусилля усіх готелів для залучення нових і утримання старих клієнтів усередині своєї мережі.

## **II. Актуальність теми**

Використання автоматизованих інформаційних технологій покращує конкурентну здатність будь-якого підприємства, в тому числі і підприємства, що надає готельні послуги. З розвитком інформаційних технологій необхідно розширювати кількість задач, які вирішуються за допомогою цих технологій. На сучасному етапі автоматизації процесів менеджменту готелю на в повній мірі вирішені питання впровадження систем управління взаємовідносин з клієнтами.

## **III. Мета і задачі дослідження**

Метою роботи є проведення дослідження систем автоматизації управління готелями, з подальшим виявленням невирішених задач і наступним створенням пропозицій, що до їх вирішення. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- за результатами проведених досліджень виявити недоліки існуючих інформаційних систем;
- запропонувати шляхи вирішення виявлених недоліків;
- запроєктувати інформаційну систему управління готелем;
- реалізувати деякі функції запроєктованої системи;
- проаналізувати одержані результати проробленої роботи.

## **IV. Предмет та об'єкт дослідження**

Об'єктом дослідження в цій роботі є процеси обробки інформації в управлінні готелем.

Предметом даного дослідження є інформаційні системи управління готелем.

## **Список використаних джерел**

1. Мунін Г.Б. Сучасні ефективні інформаційні технології управління операціями в сучасному готельному комплексі // Формування ринкових відносин в Україні. Збірник наукових праць. -2002. -№16.
2. Роглев Х.Й., Мунін Г.Б. Основи готельного менеджменту: Навч. посіб. - Кондор, 2005- 408 с.
3. Ляпина І.Ю. Организация и технология гостиничного обслуживания / Учебник для начального профессионального образования. - М.: Академия, 2002. - 208 с.

УДК 681.3.06

## **ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПІДТРИМКИ ЕТАПУ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

**Вдовинюк А.В.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістрант*

### **I. Постановка проблеми**

За сучасних темпів розробки програмних засобів (ПЗ) тестування повинне підтримуватися автоматизованими інструментами. Придбання та освоєння інструментів, або розроблення власних, вимагає початкових витрат, проте ці витрати виправдані, оскільки застосування інструментів дозволяє знизити загальні витрати праці, особливо при виконанні регресійного тестування, збирання і відстежування даних про дефекти, побудови звітів про результати тестування, а також при тестуванні нефункціональних характеристик.

Єдиних підходів до класифікації інструментів тестування немає, оскільки інструменти, зазвичай, підтримують декілька методів тестування. Результати огляду інструментів тестування за даними Інтернет наведені в [1]. Зі всього спектру наявних промислових інструментів тестування в Україні отримали поширення продукти фірми Rational Inc. під загальною назвою Rational Suite TestStudio [www.rational.com].

Для підтримки планування і керування процесом тестування, а також для класифікації і відстежування дефектів, формування звітів про результати тестування, призначений продукт Rational Test Manager. Він дозволяє пов'язувати тести з вимогами, планами тестування, перевіряти повноту охоплення вимог набором тестів тощо. До основних звітів, які можна будувати в цьому інструменті можна віднести: звіти про дефекти та звіти про результати тестування. Продукт інтегрований з іншими програмними продуктами Rational Suite [2], але може використовуватися самостійно для підтримки процесу тестування. Серед звітів, які можна будувати за результатами тестування відсутні звіти з досягнутої надійності, вартості тестування та функції впорядкування цілей тестування

стосовно ризику відмов компонентів. Крім того, вартість придбання промислових інструментів тестування досить висока для невеликих вітчизняних софтверних компаній.

## **II. Мета роботи**

Метою роботи є розроблення інструментів підтримки інженерії тестування ПЗ, які відзначаються невисокою вартістю та повною функціональністю.

## **III. Особливості реалізації програмного комплексу для тестування ПЗ**

Для підтримки етапу тестування ПЗ розроблено програмний комплекс з наступними функціями: введення та збереження характеристик ПЗ, які передані на тестування (призначення, функції, загрози, модульний склад тощо); підтримка планування та документування процесу тестування; введення, збереження та аналіз даних про відмови та дефекти ПЗ; введення нормативних та класифікаційних даних про умови та середовище тестування (вартісні та часові характеристики, склад групи тестування, рівні серйозності дефектів тощо); надання оперативної інформації про результати тестування ПЗ та рівень виконання планів; підтримка оцінки ризику відмов модулів; оцінювання параметрів моделей надійності, розрахунок показників надійності та визначення оптимального часу тестування модулів; надання табличних та графічних звітів за результатами тестування; надання інтерактивної допомоги (Help).

Інформаційне забезпечення ПК складають розроблені шаблони документів, методичні матеріали, які зберігаються у вигляді текстових файлів на файловому сервері, та таблиці БД Oracle. Розроблення детальних планів тестування та заключних звітів за результатами тестування виконується за допомогою підготовлених шаблонів документів у форматі MS Word. Для підтримки виконання тестування та введення до БД розроблені шаблони вхідних форм у форматі MS Excel.

## **Висновок**

У роботі представлено програмний комплекс для підтримки інженерії тестування ПЗ, який відзначається невисокою вартістю та повною функціональністю.

## **Список використаних джерел**

1. Основы инженерии качества программных систем / Ф.И.Андон, Г.И.Коваль, Т.М. Коротун, В.Ю. Суслов / Под ред. И.В. Сергиенко. – К.: Академперіодика. - 2002. - 504 с.
2. Rational Suite. Introduction. Режим доступу: [ftp://ftp.software.ibm.com/software/rational/docs/v2002/rs\\_intro.pdf](ftp://ftp.software.ibm.com/software/rational/docs/v2002/rs_intro.pdf)

УДК 681.3.06

# **МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ВІДМОВ ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ**

**Журавський О.А.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістрант*

## **I. Постановка проблеми**

В останні роки в програмній інженерії питанням аналізу та керуванню ризиками при створенні проектів програмних засобів (ПЗ) приділяється велика увага. Мета керування ризиком проекту – ідентифікувати, оцінити та контролювати ризики проекту. Ідентифіковані ризики аналізуються для визначення їх потенційного впливу та ймовірності виникнення. Ризик програмного проекту можна визначити як можливість зниження якості кінцевого продукту, підвищення вартості його розроблення, затримки закінчення розроблення або зриву проекту (тобто, відмови від проекту) через неефективність, недосконалість, незрілість технологічних процесів життєвого циклу ПЗ [1]. Величина ризику проекту – є добуток серйозності наслідків небажаної події в проекті та ймовірності настання цієї події. Серйозність наслідків розглядається в контексті впливу небажаної події на характеристики ПЗ, складність її подальшого супроводження, а також ефективність, вартість і тривалість процесу розроблення, а ймовірність – як ступінь визначеності, з якою можна прогнозувати появу ризику в проекті, тобто переростання даного ризику в проблему для проекту.

Питанням аналізу та керуванню ризиками проекту присвячено багато зарубіжної літератури, але найбільшого поширення набула парадигма керування ризиком проекту, розроблена Software Engineering Institute (SEI) [2]. Для ідентифікації та оцінки ризиків відмов ПЗ застосовують формальні і неформальні методи аналізу. Вибір того або іншого методу визначається критичністю ПЗ щодо серйозності наслідків відмов. Найбільш відомі формальні методи аналізу ризику відмов – аналіз



дерева подій (ETA - Event Tree analysis), аналіз дерева відмов (FTA - Fault Tree analysis) та аналіз режимів і наслідків відмов (FMEA - failure modes and effects analysis) [3]. Загальні таксономії ризиків, запропоновані SEI, корисні для ідентифікації загальних джерел ризиків проекту, але вимагають пристосування до конкретних умов.

## II. Мета роботи

Метою роботи є розробка методу оцінювання ризиків відмов ПЗ, що базується на диференційованому підході до розподілу часу тестування між модулями ПЗ за умов обмежених ресурсів на тестування.

## III. Особливості методу оцінювання ризиків відмов програмних модулів

Будемо розглядати ризик виникнення загрози як величину збитків обумовлених здійсненням загрози, тобто потенційно можливої події при роботі ПЗ, яка може призвести до нанесення збитків користувачам [4]. Тоді, за умови, що процес виникнення відмови описується неоднорідним процесом Пуассона та при експоненційній моделі надійності, функція зниження ризику відмови модуля матиме вигляд:

$$\Delta R(t_0/t_e) = C_m(\mu(t_0) - \mu(t_0 + t_e) + \mu(t_e)),$$

де  $C_m = \sum_{i=1}^n \left[ P(S_i) \sum_{j=1}^r P(H_j/S_i) \cdot C_j \right]$  - внесок даного модуля в загальний ризик ПЗ;  $\Delta R(t_0/t_e)$  -

функція зниження ризику відмови модуля за час його виконання  $t_0$  в процесі експлуатації ПЗ, за умови, що модуль тестувався час  $t_e$ ;  $H = \{H_i, i=1,2,\dots,r\}$  - множина всіх потенційних загроз ПЗ, обумовлених відмовами через дефекти в її програмних модулях;  $S = \{S_i, i=1,2,\dots,n\}$  - множина всіх можливих сценаріїв функціонування ПЗ;  $C_m$  - внесок модуля у ризик відмов ПЗ (вартість можливих збитків через відмови модуля за час його виконання  $t_0$  при експлуатації ПЗ);  $R(t_0) = C_m \mu(t_0)$  - величина ризику відмови модуля за час  $t_0$ ;  $\mu(t)$  - функція зростання надійності;  $P(S_i)$  - ймовірність того, що при реалізації сценарію  $S_i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) буде виконуватися даний модуль;  $P(H_j/S_i)$  - умовна ймовірність того, що при реалізації сценарію  $S_i$  причиною виникнення загрози  $H_j$  буде відмова саме даного модуля;  $C_j$  - вартість наслідків реалізації загрози  $H_j$  ( $j=1,2,\dots,r$ ).

## Висновок

В умовах обмежених ресурсів на тестування ПЗ критерій завершення повинен встановлюватися, виходячи з оцінок ризику відмови ПЗ. Наведений метод дозволяє на основі функції зниження ризику відмови модулів ПЗ будувати оптимальні процеси тестування ПЗ.

## Список використаних джерел

1. Управление риском проектов программного обеспечения / Андон Ф.И. Суслов В.Ю. Коротун Т.М., Коваль Г.И. Слабоспицкая О.А. // Проблемы программирования. - 1999. - № 1. - С. 53-62.
2. Higuera R., Haines Y. Software Risk Management // CMU/SEI-96-TR-012, Pittsburg, Pa.: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. - 1996. - 49 p.
3. Leveson N. Safeware: system safety and computers. Addison-Wesley Publishing Company, 1995. - 680 p.
4. Термінологія в галузі захисту інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу. НД ТЗІ 1.1-003-99. - 1999. 51 с.

УДК 681.3.06

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ЧАСУ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Логін Т.І.

*Тернопільський національний економічний університет, магістрант*

## I. Постановка задачі

В інженерії програмного забезпечення (ПЗ) питання якості набуває дедалі вагомішого значення. На сьогодні розроблено значну кількість різноманітних альтернативних програмних засобів для різних системних та прикладних задач. Тому як користувачі, так і розробники ПЗ, віддаючи перевагу тому чи іншому ПЗ в таких конкурентних умовах, все більше вагу надають їх якості.

Однією з важливих характеристик якості ПЗ, зокрема транзакційного типу, є його надійність [1]. Математично надійність часто розраховують як характеристики відмов на етапах тестування та в процесі експлуатації ПЗ.

Під загрозою відмови ПЗ зазвичай розуміють потенційно можливу подію при роботі ПЗ, яка може призвести до нанесення збитків користувачам (фінансових втрат або втрат часу), а під ризиком виникнення загрози – величину збитків обумовлених здійсненням загрози [2]. Загрози можуть виникати з різних причин (апаратні збої, помилки користувачів, дефекти у ПЗ, тощо). У роботі розглядаються лише ті з них, які спричинені відмовами ПЗ через недосконале тестування, пов'язане з існуванням певного «компромісу» між обмеженими термінами і потенційно необмеженою кількістю тестів [3]. Звідси виникають важливі проблеми тестування – ухвалення рішення про адекватність тестування, і керування – оцінка витрат (вартості, часу, персоналу) на тестування.

## II. Мета роботи

Метою роботи є створення математичної моделі оптимізації часу тестування програмного забезпечення, що дозволяє знайти такий час тестування, при якому повна вартість усунення дефектів під час тестування та експлуатації буде мінімальною, і тим самим вирішити одну з найважливіших проблем керування проектом – прийняття обґрунтованого рішення щодо завершення тестування та випуску ПЗ.

## III. Особливості побудови математичної моделі

Математична модель оптимізації часу тестування побудована на основі стохастичного підходу і базується на припущенні, що процес виникнення відмови описується неоднорідним процесом Пуассона [4]. За критерій оптимізації часу тестування, який і слугує критерієм завершення тестування ПЗ, вибрано максимізацію різниці між зменшенням ризику і повною вартістю його тестування.

Результуюча модель оптимізації часу тестування ПЗ у випадку експоненційної моделі надійності набула виду:

$$T = -\frac{1}{a} \ln\left(\frac{k_1}{a * m * (K_s (1 - \exp(-a * t_e)) - k_2)}\right),$$

де  $T$  – оптимальний час тестування;  $t_e$  - час виконання модуля в період експлуатації ПЗ;  $K_s$  – внесок модуля у ризик відмов ПЗ (вартість можливих збитків через відмови модуля за час його виконання  $t_e$  при експлуатації ПЗ);  $m$  – кількість дефектів, які має модуль на початку тестування;  $a$  – коефіцієнт пропорційності, що дорівнює швидкості виявлення одного дефекту;  $k_1$  – вартість одиниці часу тестування;  $k_2$  – вартість усунення дефекту, що призвів до відмови в процесі тестування.

## Список використаних джерел

1. Musa J.D., Everett W.W. Software-Reliability Engineering: Technology for the 1900 // IEEE Software. - 1990. - № 11. - P. 36-43.
2. Термінологія в галузі захисту інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу. НД ТЗІ 1.1-003-99. – 1999. 51 с.
3. Канер С., Фолк Д., Нгуен Е.К. Тестирование программного обеспечения: Пер с англ. - К.: DiaSoft. – 2000. – 544 с.
4. Коваль Г. И, Коротун Т. М, Яблокова Т. Л, Куцаченко Л. И. Подход к тестированию и оценке надежности программного обеспечения при управлении проектом. // Проблемы программирования. – 2000. - № 3-4. – С. 83-88.

# Секція 7. Бази даних і знань та побудова інтелектуальних систем на їх основі

УДК 004.896+ 681.3.06

## WEB-ОРІЄНТОВАНА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТЕНДЕРІВ

Назар Р.М.

Тернопільський національний економічний університет, магістрант

### I. Постановка проблеми

Систематизація процесів проведення інтелектуального аналізу тендерів займає важливе місце в економіці. Вирішення цього питання сприятиме оптимізації вже наявних процесів проведення тендерів, скоротить процедуру пов'язану з обігом документів на паперових носіях, мінімізує втручання людини у певних питаннях, дасть змогу прозоро проводити тендерні торги, забезпечить можливість автоматичного сповіщення користувачів про проведення тендерів, допоможе створити конкурентоспроможну систему [1,2].

### II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка та забезпечення функціонування системи інтелектуального аналізу тендерів у інтернет-просторі з доступним і зручним для користувачів веб-інтерфейсом, електронним повідомленням учасників про проведення тендерних торгів їхньої галузі, оцінки тендерів самою ж системою, високої швидкості пошуку необхідної інформації. Система слугуватиме також для задоволення потреб користувачів, які представляють як державну так і приватну власність.

### III. Особливості проведення тендерів

Загальна UML діаграма роботи системи проведення тендерів зображена на рисунку 1.

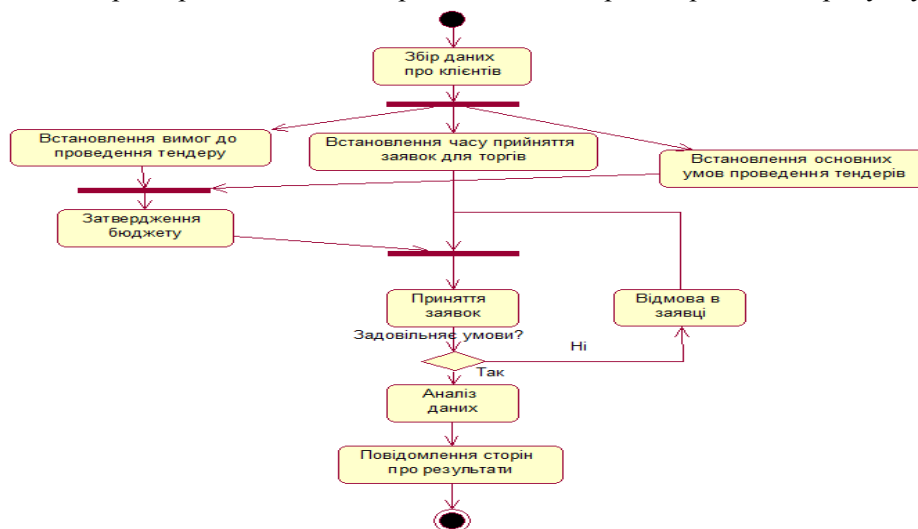


Рисунок 1 - UML Activity Diagram – діаграма системи проведення тендерів

Дана діаграма надає змогу відобразити послідовність виконання процедури проведення тендерів, що й слугувало основою для створення веб-інтерфейсу користувача та функціональної структури системи.

### Висновок

Розроблена система аналізу тендерів забезпечує користувачів можливістю інтелектуального аналізу даних по тендерних пропозиціях, що дає можливість об'єктивно, прозоро та відкрито здійснювати тендерні операції.

### Список використаних джерел

1. Ткаченко Н.Б. Управління державними закупівлями: Монографія. – К.: Вид-во «Книга», 2007. – 296 с.
2. Держзакупівлі здійснюватимуться через електронні аукціони: Інформаційний бюлетень «Редукціон». – 2011. - № 2 (60). - С. 5. - [Електронний ресурс]: режим доступу: [http://www.ej.by/news/economy/2011/01/17/goszakupki\\_budut\\_osuschestvlyatsya\\_cherez\\_elektronnye\\_auktsiony.html](http://www.ej.by/news/economy/2011/01/17/goszakupki_budut_osuschestvlyatsya_cherez_elektronnye_auktsiony.html).

## WEB-ПОРТАЛ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

**Бемба І.Я.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістр*

### **І. Постановка проблеми**

Одним із напрямків розвитку суспільства, на сьогоднішній день, є впровадження сучасних інформаційно-комунікативних технологій в освіті. Одним з шляхів вдосконалення навчально-виховного процесу є створення web-порталу навчального закладу, який надасть можливість використання нових зручних інструментів взаємодії всіх його учасників [1]. Портал – це мережний телекомунікаційний веб-вузол, що має розвинений інтерфейс користувача і значний обсяг різноманітних даних, послуг і посилань [1]. Також портали функціонують як точки доступу до інформації у Інтернеті, що допомагають користувачам у пошуку потрібної інформації. Створення власних web-ресурсів дозволяє оприлюднювати результати навчальної, виховної та суспільно-культурної діяльності закладу. Ефективна робота навчального закладу можлива лише за умови інтеграції розрізнених інформаційних ресурсів, які формуються, модифікуються і застосовуються в результаті діяльності структурних підрозділів закладу.

### **II. Мета роботи**

Метою дослідження є вивчення особливостей створення web-порталу для закладів освіти та розробка інтелектуального web-порталу для училища культури, яке є осередком не лише виховання та навчання молодого покоління, але й зберігання та примноження культурної спадщини та традицій західного регіону України.

### **III. Особливості створення web-порталу**

У роботі спроектовано та створено web-портал, що надає студентам навчального закладу навчально-довідкові матеріали для отримання освіти. Розроблений web-портал навчального закладу, здопоможе урізноманітнити інформування про діяльність закладу освіти засобами Інтернету, забезпечити інформування учасників навчально-виховного процесу важливою та своєчасною інформацією. Завданням порталу є: відображення загальної інформації про навчальний заклад (історія, керівництво, адреса розташування, контакти); відображення довідкової інформації для абітурієнтів (правила прийому, спеціальності за якими здійснюється підготовка); відображення актуальної інформації для студентів (розклад, корисні ресурси, оголошення); відображення інформації про випускників закладу, демонстрація галереї музею старожитностей; розміщення анонсів мистецьких та культурних заходів, які проводяться з ініціативи та за участю працівників та студентів закладу; відображення сторінки «дитячої школи декоративно-ужиткового мистецтва», яка функціонує при училищі культури.

Оформлення сайту просте та зрозуміле, щоб зосередити роботу користувача на освітніх послугах. У процесі формування й використання інформаційних ресурсів здійснюються збір, обробка, зберігання, пошук і видача інформації шляхом реалізації запитів користувачів до інтегрованої електронної бази даних через звертання до Інтернет-порталу.

Для розробки продукту використано технології PHP-MySQL [2], що дозволило спроектувати портал з кількох частин: клієнтської, адміністративної та програмної.

При розробці продукту необхідно забезпечити необхідну функціональність - навігацію та перегляд інформації, пошук та отримання інформації, керування інформаційним наповненням. Оскільки портал призначений для широкої групи користувачів необхідно забезпечити вимоги до зручності використання, що включає зрозумілість, зручність навчання, зручність роботи.

### **Висновок**

У роботі обґрунтовано необхідність створення web-сайту навчального закладу як сучасного інформаційного каналу, засобу доступу до різноманітних інформаційних ресурсів, підвищення інформаційної компетентності педагогів професійної школи та інформованості місцевого населення та гостей регіону.

### **Список використаних джерел**

1. Веб-ресурс навчального закладу як обов'язкова складова освіти / М.І. Пальчук // Культура народів Причорномор'я. - № 100, Т.2. - 2007. - С.122-126.
2. Документація для користувачів, розробників та адміністраторів СУБД MySQL. <http://dev.mysql.com/doc/>

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГЕОФІЗИЧНИХ ДАНИХ НА ОСНОВІ АКУСТИЧНОГО КАРОТАЖУ

Василяка М.С.<sup>1)</sup>, Трембач Р.Б.<sup>2)</sup>, Васильків Н.М.<sup>3)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> магістр; <sup>2)</sup> к.т.н., доцент; <sup>3)</sup> к.т.н., доцент*

### І. Постановка проблеми

Геофізичні методи служать для інформаційного забезпечення пошуків і розвідки корисних копалин [1]. Тому обчислювальна техніка використовується на всіх етапах геофізичних робіт, особливо при обробці даних. Після обробки польових даних проводиться інтерпретація результатів з кінцевою метою вивчення глибинної будови середовища, що досліджується, визначення характеристик порід та виявлення скупчень корисних копалин.

Для інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень досить важливою компонентою є відповідна система інтелектуального аналізу отриманих даних, функція якої полягає, по-перше, у пошукові закономірностей на великій зростаючій множині даних, що зберігаються в сховищі інформаційних даних, та, по-друге, у допомозі людині при формуванні знань про предметну область на основі знайдених закономірностей. Усе вищесказане і визначає актуальність обраної проблеми дослідження.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка системи для інтелектуального аналізу геофізичних даних на основі акустичного каротажу.

### III. Особливості програмної реалізації протоколу XDSEP

На даний час у геофізиці широко використовуються лише кілька параметрів акустичного каротажу, а саме кінематичних (інтервальний час різного роду хвиль, декремент затухання тощо). Ці параметри давали задовільні результати лише у випадку гранулярної та міжзернової пористості пластів, а в тріщинуватих, кавернозних та низькопористих колекторах отримувались незадовільні для інтерпретації результати. Тому з метою підвищення ефективності акустичного каротажу пропонується використовувати додаткові параметри сигналу акустичного зонда – динамічні.

У даній роботі послідовно викладені найбільш важливі питання теорії, описані закономірності поширення пружних хвиль в різних середовищах і в гірських породах насипних флюїдами, а також розроблено принципово новий підхід розділення хвилевої картини на типи хвиль та показано на можливу його реалізацію за допомогою комп'ютеризованих систем.

Крім того, здійснено системний огляд та аналіз технологій інтелектуального аналізу даних, отриманих на основі акустичного каротажу; розроблено модель та структуру інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень при обробці даних акустичного каротажу; вдосконалено часовий, частотний та кореляційний способи обробки хвильових картин у застосуванні до акустичного каротажу.

Розроблено алгоритм структурної інтерпретації фазокореляційних діаграм широкосмугового акустичного каротажу. Визначено інформаційні параметри часового, частотного та кореляційного способів обробки хвильових картин у застосуванні до акустичного каротажу. Розроблено програмне забезпечення інтелектуальної системи обробки даних, отриманих за допомогою акустичного каротажу.

Створена електронна база даних значно підвищує ефективність праці. Програма має зручний інтерфейс та меню користувача, проста у використанні, враховує найважливіші потреби користувача, який працює з великою базою даних, має інструкцію для користувача. Програма максимально проста, оскільки потребує тільки підключення до мережі інтернет та браузер. Програма підтримує використання багатьма користувачами в реальному часі.

### Висновок

У роботі розроблено систему для інтелектуального аналізу геофізичних даних на основі акустичного каротажу.

### Список використаних джерел

1. Булатова Ж.М. Акустический каротаж / Булатова Ж.М., Волкова Е.А., Дубров Е.Ф. – М.: Недра, – 2010. –264с.

## МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОЛЯ ІНТЕРНЕТ

Ільницька Л.І.<sup>1)</sup>, Гончар Л.І.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет  
<sup>1)</sup> магістр; <sup>2)</sup> к.е.н., доцент

Складність задачі порівняння конкуруючих алгоритмів-стратегій реалізації систем моніторингу, крім відсутності об'єктивної числової інформації про ефективність кожного варіанту, посилюється також відсутністю зручного, однотипного і строгого (з математичної точки зору) представлення моделей даної проблемної області.

Найбільш загальними і об'єктивними числовими критеріями ефективності для будь-яких варіантів системи моніторингу є такі два критерії. Перший - оновленість (freshness) накопиченої інформації. Другий - об'єм (size) циркулюючих в системі даних, необхідних для підтримки накопиченої інформації в актуальному (оновленому) стані [1]. Таким чином, пошук оптимального варіанту системи моніторингу повинен включати етап пошуку такого типу, який має максимальне значення критерію «оновленість» і мінімальне значення критерію «об'єм циркулюючих в системі даних».

IP, які вже зберігаються в базі даних пошукової системи, позначають як  $e^i$  ( $i = 1, \dots, N$ ), де  $N$  – загальна кількість IP. Тоді база даних пошукової системи визначається як  $S = \{e^1, \dots, e^N\}$  [2]. Наступним кроком є знаходження оновленості елемента  $e^i$  у момент часу  $t$ :

$$F(e_i; t) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } e_i \text{ не потребує оновлення в момент } t \\ 0, & \text{якщо } e_i \text{ застарів} \end{cases} \quad (1)$$

Потім, виходячи з міркувань, що реально досягти оновлення всіх (очевидно,  $N$ ) елементів бази даних системи  $S$  практично неможливо, визначають оновленість даних пошукової системи у момент часу  $t$  як відношення кількості оновлених ресурсів до загальної кількості ресурсів:

$$F(S; t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N F(e_i; t), \quad (2)$$

де кількості елементів, для яких на даний момент часу  $t$  не потрібне оновлення інформації про їх зміст, відповідає сума оновленості елементів бази даних системи (позначимо як  $f(S; t)$ ):

$$f(S; t) = \sum_{i=1}^N F(e_i; t). \quad (3)$$

І хоча дане визначення оновлення виглядає цілком закінченим і придатним до використання, іноді зручно застосовувати інші величини, числові значення яких часто виграють в наочності і легкості обчислення. Першою з таких величин можна назвати кількість елементів, для яких на даний момент часу  $t$  потрібне оновлення інформації про їх зміст (їй відповідає сума оновленості елементів бази даних системи  $S$  – позначимо як  $f_N(S; t)$ ):

$$f_N(S; t) = \sum_{i=1}^N F_N(e_i; t), \quad (4)$$

де  $F_N(e_i; t)$  - оновленість елемента  $e^i$  у момент часу  $t$ , яка обчислюється таким чином:

$$F_N(e_i; t) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } e_i \text{ не потребує оновлення в момент } t \\ 1, & \text{якщо } e_i \text{ застарів} \end{cases}$$

Тоді оновленість даних пошукової системи  $S$  у момент часу  $t$  можна визначити як:

$$F_N(S; t) = \frac{1}{N} \left( N - \sum_{i=1}^N F_N(e_i; t) \right) \quad (5)$$

На основі елементарної пропорції можна запропонувати обчислювати оновленість, яка вимірюється у відсотках, наступним чином:

$$F_P(S; t) = \frac{100}{N} \left( N - \sum_{i=1}^N F_N(e_i; t) \right) \quad (6)$$

Під критерієм об'єму циркулюючих в системі даних. ми розумітимемо сумарний об'єм (у байтах) всіх IP, які система моніторингу «перекачала» з інформаційних джерел на сторону головного вузла моніторингу.

Очевидно, що для складніших стратегій (наприклад, комбінації сенсорів і роботів) функціонування системи моніторингу неможливо одержати аналітичний вираз, або він буде дуже складним і громіздким для практичного застосування. Тому перспективнішим є використання алгоритмічного запису способу обчислення даного критерію.

#### Список використаних джерел

1. Галіцин В.К. Системи моніторингу: Монографія / Галіцин В.К. – К.: КНЕУ, 2000.- 231 с.
2. Храмов П. Моделирование и анализ работы информационно-поисковых систем Internet / Храмов П. - Открытые системы, 2004, №6, с. 46-56.

УДК 004.9

## СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРОЦЕСІВ КОНФІГУРУВАННЯ ПК

Остапенко В.В.<sup>1)</sup>, Дивак М.П.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> магістр; <sup>2)</sup> д.т.н., професор

### I. Актуальність роботи

За останні роки суттєво зросло використання комп'ютерної техніки. Найбільш поширеними споживачами продукції даного виду є користувачі ПК, для яких комп'ютерна техніка не пов'язана з професійною діяльністю. Основним призначенням ПК для такого кола користувачів, це використання мультимедіа засобів, з метою перегляду відео, прослуховування аудіо; використання телекомунікаційних засобів (Skype, e-mail, соціальні мережі), використання інформаційно-пошукових систем, та систем, що надають спеціалізовані сервіси (перегляд прогнозу погоди, бронювання квитків, замовлення путівок, подорожей тощо).

Особливості такого користувача є повна відсутність розуміння принципів функціонування комп'ютерної техніки, і відповідне нерозуміння, у який спосіб конфігурувати ПК, щоб забезпечити його використання для вище зазначених цілей. Тому ІТ-компанії, які займаються складанням та продажем ПК розвивають відповідні сервіси, які надають можливість користувачу, усвідомлюючи призначення ПК для своїх цілей, підібрати оптимальну конфігурацію.

Існуючі системи<sup>[1]</sup> переважно вимагають втручання фахівця компанії по продажу ПК, що суттєво ускладнює доступ користувача до процесу конфігурування, тому актуальним є створення системи конфігурування та замовлення комп'ютерної техніки, яка б в автоматичному режимі, виходячи із потреб користувача, формулювала оптимальну конфігурацію ПК, за критеріями вартість-функціональність.

При цьому важливим є надання користувачу віддаленого доступу до системи. Саме ця задача є предметом даної праці.

### II. Критерії оптимальності в задачі підтримки процесів конфігурування персонального комп'ютера

Виходячи із сформульованої проблеми, основними критеріями при забезпеченні оптимальної конфігурації ПК є вартість та функціональність [1]. Показник вартості є кількісним (позначимо його «V») і визначення його суттєво спрощується, а саме, якщо задана конфігурація ПК, яка включає компоненти  $K_1, K_2, \dots, K_n$ , то вартість обчислюється за формулою:

$$V_i := \sum_{j=1}^n V_{(k_j)} \quad (1)$$

де  $V_i$  – вартість ПК  $i$ -тої конфігурації, а  $V_{k_j}$  – вартість  $j$ -тої компоненти ПК.

Переважно такі компоненти, як: ОЗП, процесор, жорсткий диск і т.д. Що стосується показника функціональності, то їх формалізувати важко, тому пропонується типізувати конкретні функції ПК виходячи із цілей користувача і встановити шкалу, яка кожній функції ставить у відповідність

деякий бал. Наприклад: перегляд відео у простому форматі avi, mpeg4 означатиме 5 балів. Загальний показник функціональності визначається:

$$F_i = \sum_{k=1}^P F_{(i_k)} \quad (2)$$

де  $F_i$  - бальна оцінка функціональності, при  $i$ -тій конфігурації ПК,  $F_{i_k}$  -  $k$ -та функція цільового призначення ПК.

Для зручності запропоновано перевести шкалу функціональності у шкалу [0;1], з цією метою показник функціональності нормуємо:

$$F_i = \frac{F_i}{\max(F_i, i..m)_i} \quad (3)$$

### III. Особливості побудови системи підтримки процесів конфігурування ПК

Існує, база знань [2], яка складається з двох логічних частин: знання про компоненти ПК та знання про ПЗ і його характеристики. Усі данні для конфігурування ПК, система використовує саме звідси. На рис.1 наведена модель функціонування створеної системи підтримки прийняття рішень процесів конфігурування ПК.

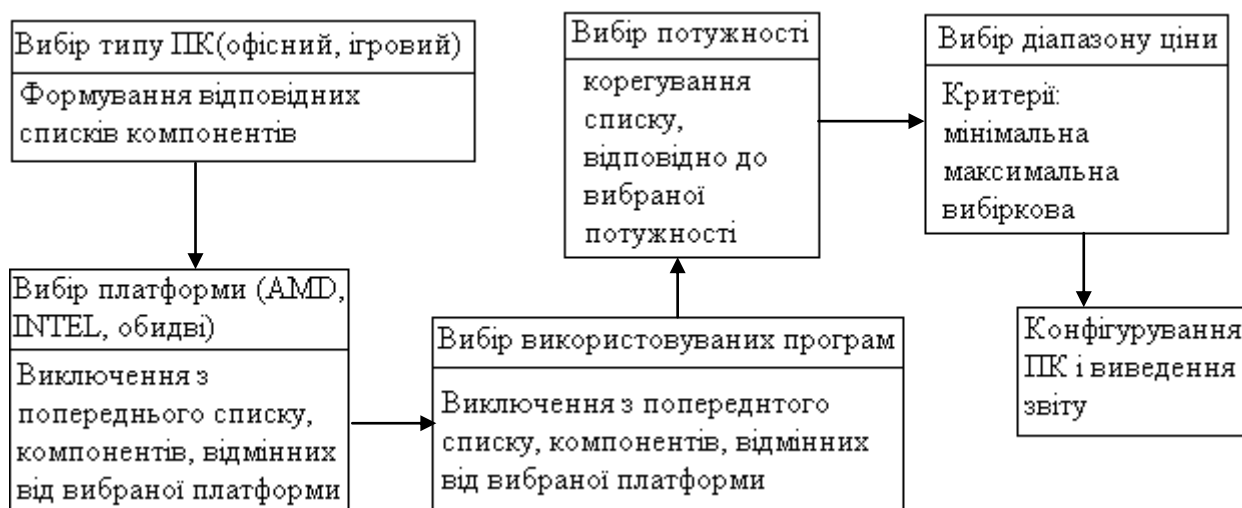


Рисунок 1 - Модель функціонування створеної системи

Використовуючи мову програмування C#, були написані бібліотеки класів, та методи, які реалізують логіку (алгоритм) конфігурування ПК. За допомогою технології ASP.NET був розроблений веб-додаток до цієї системи.

### Висновок

1) Удосконалено систему підтримки прийняття рішень процесів конфігурування ПК у спосіб введення критеріїв оцінки якості та продукційної бази даних, що уможливило забезпечення конфігурування ПК користувачем, який не має спеціальної підготовки в галузі інформатики та комп'ютерної техніки. На відміну від інших систем, запропонована не вимагає введення конкретних технічних характеристик, при конфігуруванні. Користувач в процесі конфігурування достатньо вказати набір задач та цілей використання ПК.

2) Створено веб-додаток для реалізації цієї системи.

### Список використаних джерел

1. <http://supercomp.kiev.ua/?menu=100> – Існуюча система конфігурування ПК
2. [http://uk.wikipedia.org/wiki/База\\_знань](http://uk.wikipedia.org/wiki/База_знань)



## **ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ ТА ЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ 35/10 кВ**

**Катюха І.А.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет, аспірант*

### **I. Постановка проблеми**

Сьогодні в умовах реформування оптового ринку електричної енергії залишилися невирішеними питання формування нових відносин між суб'єктами ринку і, у тому числі, чітко налагоджених відносин між споживачами та організаціями-електропостачальниками. Останні повинні обґрунтувати рівень втрат електроенергії, які доцільно включати в тариф. Тому все більш актуальною є проблема якісного прогнозування, аналізу та управління втратами енергії як в рамках енергосистеми, так і окремих споживачів.

### **II. Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Різноманітними аспектами проблем розрахунку втрат електроенергії присвячені роботи А. В. Тихоновича, Н. І. Черкасової, П. Д. Лежнюка, С. В. Попова, І. І. Левченка. Незважаючи на значні досягнення, актуальною залишається проблема впливу дії великої кількості факторів, що можуть впливати на споживання та втрати електроенергії.

### **III. Мета дослідження**

Задачі оцінки втрат електроенергії мережевих компаній пов'язані з проблемою неповноти, неточності та невизначеності значної кількості інформації. При вирішенні задач прогнозування втрат електроенергії в умовах невизначеності значної частини інформації треба враховувати вплив великої кількості факторів на даний параметр та посилення вимог до оперативних розрахунків. В результаті доводиться зустрічатися зі складностями побудови та використання математичних моделей, які використовують традиційну мову математики. Це обумовило створення інтелектуальних систем, які дозволяють здолати труднощі, що виникають при моделюванні складних систем. Один з таких методів ґрунтується на використанні штучних нейронних мереж (ШНМ).

### **IV. Основні матеріали дослідження**

Зміни в часі втрат потужності в розподільних мережах являють собою випадкові процеси, тобто функції величин втрат випадковим чином залежать від часу, а також від ряду внутрішніх та зовнішніх факторів. Крім того, втрати потужності при передачі в електроенергетичних системах також залежать від такого зовнішнього фактору, як параметри навколишнього середовища з їх випадковою зміною.

Цілком точно можна стверджувати, що втрати енергії при передачі – непостійний процес причинно-наслідковими факторами якого є час доби та погодні умови. Залежність навантаження від часу відображається щоденним графіком навантаження. Серед погодних факторів, які впливають на втрати потужності, пріоритетним є температура навколишнього середовища [1].

Незважаючи на різноманітність існуючих методів прогнозування втрат потужності точне моделювання є складним із-за нелінійних та складних залежностей між навантаженням та факторами, від яких вона залежить [2].

Основна ідея, яка покладена в основу нечітких нейронних мереж, полягає у тому, що використовується існуюча вибірка даних для визначення параметрів функції належності, які краще всього відповідають деякій системі логічного висновку, тобто висновки апарату нечіткої логіки [4]. А для пошуку параметрів функцій належності використовуються алгоритми навчання нейронних мереж.

В свою чергу, також як при класифікації образів, прогнозування втрат потужності базується на враховуванні властивостей прогнозованого процесу [3]. Головна особливість втрат потужності при передачі – певна повторюваність вибірок, що їх характеризують в залежності від тижня та місяця [5].

Для чисельної оцінки добового прогнозування величини втрат потужності в Мелітопольських електричних мережах 35/10 кВ розроблений алгоритм, реалізований на ЕОМ. В якості інструментарію використовувався MATLAB R2011a (7.12) з вбудованим пакетом Fuzzy Logic Toolbox (2.2.14).

У якості вхідної інформації були використані дані щоденних параметрів споживаної потужності та температури. Ці дані були задані інтервально, тобто для кожного з них задавались мінімальні та максимальні значення (довірчий інтервал). Було створено дві програми прогнозування

втрат потужності при передачі. Одна з них призначена для прогнозування втрат потужності в робочі дні, інша – у вихідні (враховувався «фактор дня»). При розробці нечіткої нейронної мережі, розглядалось використання режимів нечіткого виводу – алгоритму Мамдані та алгоритму Сугено.

Було виявлено, що нечітка нейронна мережа з алгоритмом Сугено має меншу помилку навчання та помилку прогнозування.

Кількість циклів навчання створеної нечіткої нейронної мережі склало 500 епох. У створеній мережі 4 виходи, по два на кожний з вхідних параметрів (мінімальне та максимальне значення для кожного вхідного параметра відповідно). Було вибрано дві функції належності для кожної вхідної змінної величини. Кожна з цих функцій належності є трапецеїдальною. На рис. 1 приведений графік температури для прогнозованого періоду.

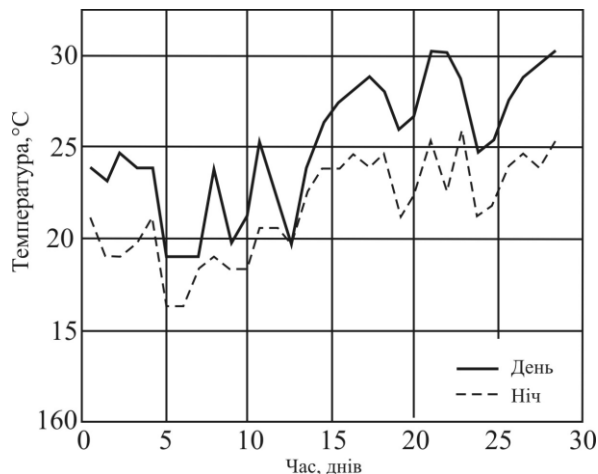


Рисунок 1 – Місячний графік температури Мелітопольського району за червень 2011 р.

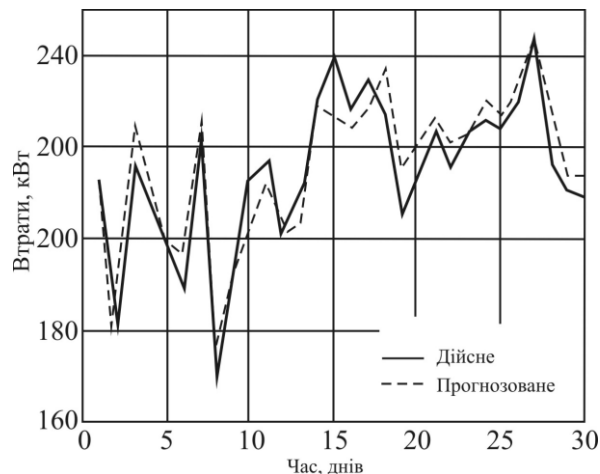


Рисунок 2 – Фактичне та прогнозоване значення втрат потужності для червня 2011 р в Мелітопольських електричних мережах 35/10 кВ

Для вхідного параметру тип функції належності був заданий як constant. Мережа навчалась на архівних даних споживаної потужності та температури. Після чого була протестована на вибірці даних, які не використовувались у навчальній вибірці. На рис. 2 показаний графік прогнозованих значень втрат потужності на основі створеного програмного алгоритму, а також фізичні значення втрат. Поведінка мережі адекватна, середня помилка прогнозування склала 2,44 %.

Загальний вид створеної нечіткої нейронної мережі для вихідних днів аналогічний мережі для робочих днів. Різниця лише в тому, що кількість епох навчання склала 600. Було також обрано дві функції належності для кожної вхідної змінної. Але кожна з цих функцій належності була трикутною. Поведінка мережі також цілком адекватна, середня помилка прогнозу склала 2 %.

### Висновок

Завдяки використанню для прогнозування втрат потужності при передачі налагодженої нечітко-нейронної технології, реалізованої в конкретно спроектованій та навченій нечіткій нейронній мережі, стало можливим забезпечити достатньо високу точність та швидкість прогнозування втрат потужності.

### Список використаних джерел

1. Лут Н. Т. Расчет потерь электрической энергии в распределительных сетях в реальном времени с учетом параметров окружающей среды / Н. Т. Лут, А. А. Мирошник // Энергетика і автоматика. – Київ: НУБІП. – 2010. – №1. – С.12-20.
2. Заиграева Ю. Б. Нейросетевые модели оценки и планирования потерь электроэнергии в электроэнергетических системах.: автореф. дис. к-та техн. наук 05.14.02 / Ю. Б. Заиграева; НГТУ. – Новосибирск, 2008 – 20 с.
3. Филиппова Т. А. Модели и методы прогнозирования электроэнергии и мощности при управлении режимами электроэнергетических систем / Т. А. Филиппова, А. Г. Русина, Ю. В. Дронова; Новосибирск – 2009. – 368 с.
4. Вороновский Г. К. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г. К. Вороновский, К. В. Махотило, С. Н. Петрашев, С. А.Сергеев. – Харьков: Изд-во Основа, 1997. – 112 с.
5. Воротницкий В. Э. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях: Учебно-методическое пособие / В. Э. Воротницкий, М. А. Калинкина М.: ИПК госслужбы, 2003. – 64 с.

## СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ЯК ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПОРТАЛ В СЕРЕДОВИЩІ СЕМАНТИЧНОГО ВЕБУ

Коваль В.С.<sup>1)</sup>, Лендюк Т.В.<sup>2)</sup>, Ріппа С.П.<sup>3)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> інженер

<sup>3)</sup> Національний університет Державної податкової служби України, д.е.н., професор

### І. Постановка проблеми

Збільшення об'єму професійних знань і швидкість розвитку інформаційних технологій породжує велику кількість мережевих освітніх засобів [3]. Багато навчальних закладів займаються розробкою мережевих освітніх засобів, зокрема, Інтернет орієнтованих дистанційних курсів.

Широкої популярності набувають інформаційні портали систем дистанційного навчання (СДН). При наповненні інформаційного порталу, на ефективне використання його сервісів спричиняють вплив [2]: проектування архітектури таксономії; надання фактичної інформації про стан навчання; репрезентативність інформації, що надається по запиті.

У [4] підкреслюється значення навчального Веб-порталу як порталу знань. Навчальний сайт використовується всіма його користувачами для створення знань та обміну ними. Актуальність проектної архітектури порталу СДН спричинена тим, що слухачам надається зручний доступ до навчального контенту, а викладачі мають інструмент для проектування і завантаження цього контенту та моніторингу слухачів, реалізовано різні види спілкування слухачів та викладачів.

### II. Мета роботи

Мета полягає у тому, що запровадження семантичної веб-технології може виявляти семантику освітніх ресурсів, ефективніше шукати відповідні навчальні фрагменти та іншу інформацію з використанням явної семантичної інформації. Крім того, семантичні навчальні портали можуть видавати навчальний матеріал персоналізовано, тобто адаптуватись під знання користувача [5]. Тому постає завдання знайти інструмент для вирішення перерахованих вище проблем.

### III. Парадигма семантичного Веб для інформатизації вищої освіти

На сьогоднішній день найдоцільнішим підходом щодо розвитку СДН є використання технологій семантичного вебу, тому що вони забезпечують наявність для будь-якої інформації розміщеної в мережі точного змісту, пов'язаного з цією інформацією, який не можна було б переплутати навіть у разі збігу фраз або слів, що зустрічаються в різних контекстах. Фактично це означає, що інформація зв'язується з деяким невіддільним від неї контекстом і передбачає семантичне Web-серверне зберігання і видачу інформації користувачеві на базі онтології [6].

Семантичний веб робить веб-сторінки зрозумілішими для машин, тому їх можуть читати люди, а також інтелектуальні агенти. Програмні агенти із тексту у форматі XML можуть зрозуміти, що подано інформацію, наприклад, про публікацію, а за тегами XML вони можуть відшукати необхідні дані: авторів, видавництво чи публікації за конкретний період.

Освітній семантичний веб має три фундаментальні особливості. Перша – потенціал для ефективного зберігання та пошуку інформації. Друга – здатність автономних програмних агентів розширювати можливості навчання, пошуку інформації та обчислювальні здатності людей. Третя – це здатність Інтернету для підтримки і розширення комунікаційних можливостей людей різними способами.

При розробці онтології Web-порталу початковою для організації роботи з семантикою інформації порталу є розробка класифікаційних схем діяльності СДН. Онтології систем управління освітою в такій схемі стають внутрішніми онтологіями, властивості класів і їх зміст (записи) яких будуть основними документами, підтверджуючими вимоги нормативного забезпечення освіти. Онтологія навчальної дисципліни включає наступні класи: загальну інформацію (назва, зміст, автори, індекс, словник термінів), опис курсу, послідовність лекцій, лекції, лабораторні та практичні роботи, список використаної літератури.

Відповідно до завдань, що вирішуються викладачем, який працює в СДН, йому потрібний розгорнутий список зв'язаних один з одним на смисловому рівні документів порталу, що дав змогу би скористатися смисловим змістом (властивостями класів) документів різних систем управління освітньою діяльністю для ухвалення необхідних управлінських дій. Основою такої схеми підготовки

документів є онтологічне зв'язування класів і властивостей всіх (або більшої частини) документів інформаційного порталу для передачі смислового змісту відповідей на запити різних груп користувачів.

Для цього можливе використання різних рівнів ступеня деталізації онтології порталу (RDF Schemas, SCOS, OWL Lite, OWL DL, OWL Full) [1]. Для надання інформації по запитах користувачів в рамках, зокрема декларативної мови запитів RDF Query на початковому етапі розвитку W3C-інформаційного порталу доцільно обмежитися найпростішим мовним діалектом OWL Lite, який може бути реалізований на основі класифікаційної ієрархії термінів освітньої діяльності.

Однією з головних вимог до освітніх мережевих систем є забезпечення високого рівня інтероперабельності, тобто можливості взаємодії з іншими системами, що надзвичайно важливо при проектуванні розподілених навчальних середовищ в семантичних мережах. Більшість з них реалізує цю вимогу за рахунок відкритості інтерфейсів доступу до своїх сервісів і/або шляхом використання єдиного формату для обміну даними, а саме XML, здійснюючи, при необхідності, XSL-перетворення [4].

В рамках навчальних процесів застосування Web-онтологій дає можливість специфікувати основні компоненти навчальних дисциплін – лекції, практичні, лабораторні роботи, навчальні матеріали, а також забезпечить можливість організації ефективного розподіленого доступу до навчальних ресурсів, шляхом проектування єдиної бази знань, котра поєднує в собі навчальні дисципліни і може бути розподіленою в мережі Інтернет, що зробить її незалежною від інтерпретації конкретного навчального процесу. Внаслідок цього, роль навчальної системи буде зведена до ролі інтелектуального агента, що проводить вибірку з бази знань або її зміну, залежно від контексту навчання.

У Web-онтології визначається зміст використовуваних понять, характерних для конкретної дисципліни, тобто специфікуються об'єкти предметної області, а потім за допомогою мови трансформацій XSLT структурується зміст онтології, а за допомогою XSLT-Fo – форматується і візуалізується представлення вмісту онтології в необхідному форматі. Таким чином можна створити структуру навчального матеріалу в електронному вигляді.

### **Висновок**

За результатами концептуального вибору структури онтології освітньої діяльності, можна стверджувати, що кореневою онтологією СДН повинно бути нормативне забезпечення дистанційної освіти. При розміщенні СДН на освітньому Web-порталі представлений у статті онтологічний підхід сприяє підвищенню репрезентативності інформації; покращенню точності визначення джерел необхідної інформації з врахуванням їх семантики; здійсненню автоматичної доставки інформації в міру появи або оновлення її змісту у визначених джерелах.

В результаті застосування сучасних семантичних засобів для систем дистанційного навчання запропоновано використати наочне перетворення даних з формату \*.xml у формат \*.pdf.

### **Список використаних джерел**

1. Михаленко П. Язык онтологий в Web / П. Михаленко // Открытые системы. – 2004. – № 2. – С. 85–89.
2. Четвериков В. В. Концептуальная Семантика информационного портала проектной организации / В. В. Четвериков, В. В. Гордиевских, Д. В. Вороненков, А. М. Малышенко, Е. И. Громаков // Вестник Томского государственного университета. серия Управление, вычислительная техника и информатика. – 2008. – № 2(3). – С. 61–69.
3. Devedzic V. Education and the Semantic Web / Vladan Devedzic // International Journal of Artificial Intelligence in Education. – 2004. – No. 14. – pp. 39–65.
4. Devedžić V. Research Community Knowledge Portals // Vladan Devedžić // Int. J. Knowledge and Learning. – 2005. – Vol. 1. – Nos. 1/2. – pp. 96–112.
5. Devedžić V. Semantic Web and Education, Volume 12 of Integrated series in Information Systems. / Vladan Devedžić. – Springer, 2006. – 353 p.
6. Heflin J. A Portrait of the Semantic Web in Action / J. Heflin, J. Hendler // IEEE Intelligent Systems. – 2001. – March/April. – pp. 54–59.

## WEB-ПОРТАЛ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

**Комарницька Ю.І.**

*Тернопільський національний економічний університет, магістр*

### **I. Постановка проблеми**

Сфера комунального господарства населених пунктів розвивається швидко, з'являється велика кількість конкурентноспроможних підприємств, які працюють в межах одного населеного пункту. Якісні послуги і тісний зв'язок з споживачами, одні з основних напрямків розвитку підприємств цієї галузі. Жителі міста повинні знати про те, що пропонується і планується зробити міськими властями, які послуги та умови обслуговування пропонують комунальні підприємства. Адже якщо сьогодні не буде вироблена ефективна система взаємин між жителями міста і комунальними службами міста, будь-які нововведення сприйматимуться городянами з недовірям. Web-сайт допоможе налагодити контакт з юридичними і фізичними особами, знайти компроміс у вирішенні загальних проблем надання послуг з вивезення твердих побутових відходів, оперативно інформувати жителів міста про роботи, що проводяться, досягнення і проблеми комунального підприємства. Інформатизація через web-ресурси допоможе налагодити взаємодію з громадськістю.

### **II. Мета роботи**

Метою роботи є проведення досліджень web-орієнтованих систем автоматизації роботи комунального підприємства, з метою проектування, реалізації та впровадження для покращення роботи комунального підприємства «Об'єднане», яке спеціалізується на наданні послуг з вивезення твердих побутових відходів. Основною метою комунального підприємства є мінімізація негативних наслідків діяльності людини на довкілля. Для досягнення поставленої мети постійно впроваджують та використовують інноваційні європейські технології у сфері збору, транспортування, утилізації і переробки відходів та інформування населення про послуги та виконанні роботи. Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання: вивчити проблеми організації робіт на комунальному підприємстві, особливостей роботи з клієнтами, проаналізувати діяльність та спроектувати інформаційну систему, частково реалізувати програмне забезпечення системи.

Предметом дослідження є процес в результаті якого відслідковується та контролюється інформація про надані послуги, розрахунки, виконавців, звіти про виконану роботу перед споживачами послуг.

### **III. Особливості програмної реалізації**

Web-система побудована за модульним принципом. Структура програмного забезпечення складається з наступних частин: модуль бізнес-логіки; модуль взаємодії з системою управління базою даних; модуль збору інформації з Інтернету. Для розробки продукту використано технології PHP-MySQL [1].

Структура сайту дозволяє швидко знайти інформацію, що цікавить. На головній сторінці можна прочитати останні оперативні новини. Думки жителів враховуватимуться при плануванні роботи підприємства. Акцент в діяльності сайту буде зроблений на те, щоб процес "спілкування" з відвідувачами був максимально комфортним і приємним. А фахівці підприємства змогли оперативно відповісти на питання, що виникають при організації вивезення твердих побутових відходів та інших робіт пов'язаних з діяльністю підприємства.

### **Висновок**

У роботі обгрунтовано необхідність створення web-сайту комунального підприємства як сучасного інформаційного каналу, який допоможе налагодити контакт з юридичними і фізичними особами, знайти компроміс у вирішенні загальних проблем комунального господарства, оперативно інформувати жителів міста про роботи, що проводяться, досягнення і проблеми комунального підприємства

### **Список використаних джерел**

1. Документація для користувачів, розробників та адміністраторів СУБД MySQL.- Режим доступу: <http://dev.mysql.com/doc/>
2. Люк Веллинг Разработка Web-приложений с помощью PHP и MySQL / Люк Веллинг, Лора Томсон. - "Вильямс". - 2007.- 672 с.

## ВЕБ-ОРІЄНТОВАНА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСІВ ПРОДАЖУ АВТОМОБІЛІВ

Маркевич І.Я.

*Тернопільський національний економічний університет, магістрант*

### І. Постановка проблеми

На сьогоднішній день системі підтримки процесів продажу автомобілів приділяється велика увага. Інформаційне наповнення систем такого типу може мати досить складну структуру і містити такі ресурси, як клієнтські дані, службові та нормативні дані, метадані, оперативні дані комерційної діяльності та аналітичні дані. При цьому способи подання та зберігання даних можуть бути різними: від баз даних до документів у форматі XML. Узгоджене управління та спільне застосування різноманітних за змістом та формою складових інформаційного ресурсу є важливою проблемою, яка потребує застосування нетрадиційних підходів та за засобів до їх вирішення.

### ІІ. Мета роботи

Метою дослідження є реалізація інтелектуалізованої системи підтримки процесів продажу автомобілів з можливістю аналізу інформаційного наповнення та опрацювання результату.

### ІІІ. Особливості реалізації системи підтримки процесів продажу автомобілів

Система складається з трьох частин: клієнтська, яка забезпечує взаємодію користувача із системою та реєстрацією вхідних даних; менеджерська, що призначена для формування набору даних, необхідних для прийняття рішення; серверна, у якій зосереджено функції накопичення даних та організації взаємодії окремих компонентів системи.

Для візуального опису поведінки системи використано діаграми потоків даних (Data Flow Diagram) у нотації Гейна-Сарсона. Загальний вигляд діаграми показано на рисунку 1. У діаграмі відображено чотири типи графічних елементів, які відповідають певним поняттям: а) процеси, що являють собою трансформацію даних у межах системи; б) репозиторії (сховища даних), зовнішні стосовно системи; в) сутності – функціонально та змістовно завершені одиниці системи; г) потоки даних, які визначають переміщення інформації між елементами трьох попередніх типів.

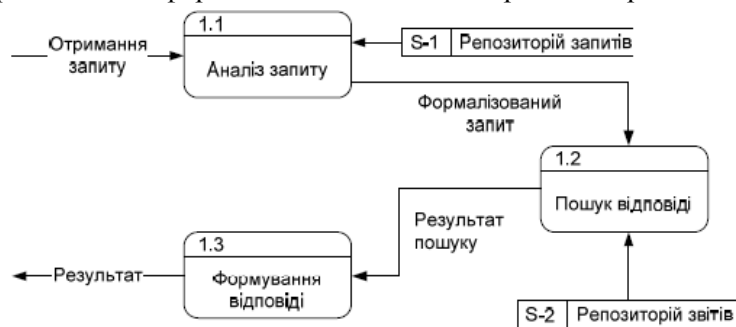


Рисунок 1 – Діаграма потоків даних системи підтримки процесів продажу автомобілів

Основною функціональною одиницею, яка забезпечує обмін даними між компонентами системи є запити, тобто попередньо сформований і збережений опис вимог та способів утворення набору даних, який має бути отримано відповідною компонентою системи. Система дає змогу накопичувати інформацію, аналізувати її у зручній для користувача формі, забезпечувати менеджера даними, необхідними для прийняття керівних рішень та передавати рішення виконавцям.

### Висновок

У процесі виконання роботи отримано основні наукові та практичні результати, які полягають у розробці та практичній реалізації інтелектуалізованої системи підтримки процесів продажу автомобілів. Систему реалізовано з використанням сучасних програмних засобів, яка також може бути використана в інших галузях, які працюють на аналогічних засадах.

### Список використаних джерел

1. Ландэ Д.В. Основы интеграции информационных потоков: Монография / Дмитрий Ландэ. – Киев.: Инжиниринг, 2006. – 240 с.
2. Камер Д. Разработка приложений типа клиент/сервер / Д. Камер, Л. Стівенс. - Киев: Издательский дом «Вильямс», - 2002. - 592 с.

## МЕТОД СИНХРОНІЗАЦІЇ БАЗ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ХЕШ-ФУНКЦІЙ НА ОСНОВІ НЕЛІНІЙНОГО РОЗБИТТЯ ТАБЛИЦЬ

Мельник А.М.<sup>1)</sup>, Гарах О.О.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Тернопільський національний економічний університет, викладач кафедри комп'ютерних наук

<sup>2)</sup> Тернопільський національний економічний університет, магістр

### І. Постановка проблеми

З появою інформаційних систем з розподіленою архітектурою з'явилася проблема підтримки синхронного стану даних на різних вузлах. На вирішення цієї проблеми направлені системи реплікації [1]. В роботі [2] представлено два способи виявлення змін: реплікація поточного стану та дельта-реплікація. Реплікація поточного стану визначає такий спосіб реплікації, при якому постачальник даних ще до початку обміну даними знає, які дані необхідно направити клієнту. При такому способі реплікації відбувається значне навантаження на мережу, яка дуже часто впливає на загальну ефективність цього процесу. Для вирішення цієї проблеми можна застосувати механізм хеш-функцій. Якщо хеш-функції повертають різні значення для двох вхідних записів, то ці записи є різними, а якщо хеш-значення не співпадають, то можна стверджувати, що і записи співпадають.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є реалізація методу синхронізації баз даних за допомогою хеш-функцій на основі нелінійного розбиття таблиць.

### III. Особливості реалізації алгоритму синхронізації баз даних за допомогою хеш-функцій на основі нелінійного розбиття таблиць

Базу даних розглядаємо як лінійну структуру, де операції здійснюються із записами повністю, тобто або запис передається на віддалений вузол або не передається. Таблицю розбиваємо на деякі інтервали, для кожного з яких розраховуємо значення хеш-функції. Для інтервалів в яких хеш-значення на вузлі відправнику і на вузлі одержувачу не співпадають – здійснюємо подрібнення інтервалів і повторюємо вказані операції. На практиці виникає необхідність налаштування синхронізованих процесів між базами даних, які не проектувалися для використання в розподілених системах і для яких неможливо змінити існуючу схему. Часто такі бази даних не були відповідним чином нормалізовані, що призводить до збільшення довжини відповідних записів. Таким чином, при зміні одного значення розміром в один біт, описаний алгоритм вимагатиме передавання всього запису або набору записів. Розглянемо метод, який може вирішити цю проблему.

Оскільки реляційна база даних оперує із таблицями, і таблиця не є одновимірним представленням як файл, а двовимірним, то отримаємо наступний алгоритм: 1) визначаємо множину загальних сутностей на вузлі відправнику і на вузлі одержувачі (сутності можуть бути різними, але повинні мати однакові ідентифікатори); 2) розбиваємо множину загальних сутностей на області заданої величини. Область характеризується множиною ідентифікаторів записів і множиною номерів колонок; 3) розраховуємо значення хеш-функції для заданих областей і передаємо їх значення віддалений вузол; 4) розраховуємо значення хеш-функції на віддаленому вузлі для відповідних областей і порівнюємо їх із значеннями, які отримані на вузлі відправнику; 5) області, які відрізняються одна від одної за показниками, що отримані на попередньому кроці, розбиваємо і для нових областей повторюємо третій крок; 6) цей процес повторюємо доки розмір розбитої області не буде дорівнювати одній колонці або одному запису або не досягне деякого порогового значення.

### Висновок

У роботі запропоновано метод, що дозволяє ефективно здійснювати синхронізацію погано спроектованих баз даних без модифікації їх структури. Описаний алгоритм порівняння реалізований на основі хеш-функцій.

### Список використаних джерел

1. Белоусов В.Е. Алгоритмы репликации данных в распределенных системах обработки информации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.13.01 / Белоусов Всеволод Евгеньевич – Пенза, 2005 – 184 с.
2. Tridgell A. The Rsync Algorithm. Technical Report TR-CS-96-05 / A. Tridgell, P. Mackerras // Department of Computer Science, The Australian National University, Canberra, Australia, 1996.
3. Рябков Н.С. Аналитический обзор методов репликации и синхронизации баз данных / Н.С. Рябков // Качество, инновации, образование. – 2006. – №4. – С. 56–63.

# МЕТОД ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ АПАРАТНИХ РЕСУРСІВ ТА ПЛАНУВАННЯ ЇХНЬОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ

Піговський Ю.Р.<sup>1)</sup>, Романюк В.М.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет  
<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр

## I. Постановка проблеми

Задача пошуку комп'ютерів з апаратним забезпеченням, що є достатнім для роботи відповідного програмного забезпечення полягає у знаходженні кортежів  $PC_{suitable_i}$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ , що задовольняють умовам *Requirements* :

$$\begin{cases} PC_{suitable1} \geq Requirements, \\ PC_{suitable2} \geq Requirements, \\ \dots \\ PC_{suitableN} \geq Requirements. \end{cases} \quad (1)$$

Пошук кортежів виконується по відношеннях бази даних, структура яких проілюстрована ER-діаграмою на рисунку 1.

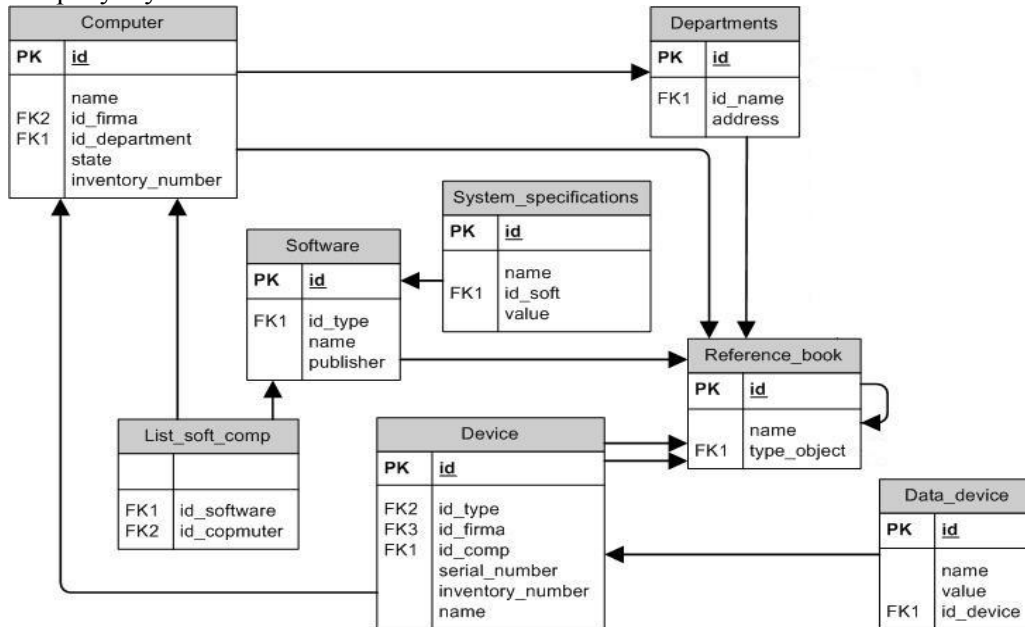


Рисунок 1 - База даних апаратних ресурсів

## II. Мета роботи

Метою роботи є розробка системи пошуку комп'ютерів з апаратним забезпеченням, що є достатнім для роботи відповідного програмного забезпечення.

## III. Метод пошуку обладнання

Розглянемо відношення реляційної алгебри, необхідні для пошуку апаратних ресурсів  $PC_{suitable_i}$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ , що задовольняють висунуті вимоги *Requirements* .

$$R(sid) := \pi_{pc}(Computer.Id = Device.id\_comp \text{ AND } Device.Id = Data\_device.id\_device ((Data\_device.name = ram \text{ AND } Data\_device.value \geq minram) \text{ AND } (Data\_device.name = gpu \text{ AND } Data\_device.value \geq mingpu) \text{ AND } (Data\_device.name = cprate \text{ AND } Data\_device.value \geq mincprate) (Computer, Device, Data\_device))), \quad (2)$$

де *sid* – комп'ютери, що мають достатнє апаратне забезпечення,  $\pi_{pc}$  – серійні номери знайдених комп'ютерів, *ram*- оперативна пам'ять, *gpu* – відеопам'ять, *cpru* - процесор, *minram* – мінімальне значення розміру оперативної пам'яті, потрібної для роботи ПЗ, *mingpu* – мінімальне значення



розміру відеопамяті, потрібної для роботи ПЗ, *mincpurate* - мінімальне значення тактової частоти процесора, потрібної для роботи ПЗ.

Решта найменувань взяті з бази даних і використовують для вказування зв'язку між відношеннями (так звані ключі).

### Висновок

У роботі поставлено задачу пошуку комп'ютерів з заданими вимогами до потужності їхнього апаратного забезпечення, розроблено теоретичні співвідношення процедури пошуку. Метод базується на алгебрі реляційних відношень та спеціальному алгоритмі порівняння апаратних характеристик. Реалізація цього методу дасть змогу пришвидшити пошук підходящих для встановлення деякого ПЗ комп'ютерів, що підвищить продуктивність роботи користувачів.

### Список використаних джерел

1. [Електронний ресурс]. — Режим доступу <http://www.w3schools.com>
2. [Електронний ресурс]. — Режим доступу [http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0\\_%D0%B0%D0%BB%D0%B3%D0%B5%D0%B1%D1%80%D0%B0](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D0%B0%D0%BB%D0%B3%D0%B5%D0%B1%D1%80%D0%B0)
3. [Електронний ресурс]. — Режим доступу <http://sqld.info/uk/10/54.html>

УДК 004.6

## ВРАХУВАННЯ СТРУКТУРОВАНІСТІ ДАНИХ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ГІБРИДНИХ СХОВИЩ ДАНИХ

Яцишин А.Ю.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», аспірант*

### I. Постановка проблеми

Питання проектування сховищ даних завжди було важливим етапом створення інформаційних систем. В зв'язку з необхідністю поєднання швидкодії реляційних баз даних автором були запропоновані гібридні сховища даних. Зокрема, була побудована математична модель та описані особливості проектування гібридних сховищ даних з врахуванням джерел даних.

В існуючих на сьогодні наукових публікаціях розглядаються різні аспекти, пов'язані з роботою з структурованими даними. Однак питання врахування структурованості даних, що містяться в джерелах даних, з яких проектується сховище даних, зокрема гібридне, не було розглянуто.

### II. Аналіз останніх досліджень та публікацій

У роботі [1] розглядаються схеми інтеграції структурованих та напівструктурованих даних, у роботі [2] – інтеграція структурованих та текстових даних. У роботі [3] – робота з деревоподібними структурами. У [5] – адаптивна обробка структурованих даних. У роботах [4],[8],[10] – інтеграція неструктурованих, напівструктурованих та структурованих даних. У роботах [6], [7] – обробка напівструктурованих та структурованих даних. У роботі [9] – виконання запитів до напівструктурованих даних

У статтях [10] і [11] розглядаються питання проектування гібридних сховищ даних з врахуванням джерел даних.

### III. Мета роботи

Ціллю роботи є описати особливості процесу проектування гібридними сховищами даних, пов'язані з структурованістю даних та розширити концепцію гібридних сховищ даних для врахування структурованості даних.

### IV. Виклад основного матеріалу

У роботі [12] представлена математична модель проектування задачі гібридних сховищ даних з врахуванням джерел даних. Вона сформульована наступним чином:

Задані множини атрибутів розділених файлів  $S$ , файлів XML  $X$ , відношення у реляційній базі даних  $R$ , виміри багатовимірної бази даних  $D$  та міри  $M$ . Крім того, відоме порогове значення частот доступу до даних. Спроекувати гібридне сховище даних, визначивши області сховища даних  $A$ , таблиці  $T$  та атрибути  $B$ .

Знайти такі значення ознак розміщення  $L_a$ , індексування  $I_c$ , матеріалізації  $M_c$ , на яких значення цільової функції часу виконання запиту буде мінімальним серед всіх можливих наборів значень цих змінних.

При цьому джерела можна поділити на 3 основні типи за структурованістю даних:

1. Реляційні бази даних, особливо нормалізовані (знаходяться у 3НФ), та розділені файли є структурованими, оскільки атрибутами відношень чітко задається структура даних.
2. Файли XML та багатовимірні бази даних є напів-структурованими, оскільки можуть містити дані не по всіх з певної множини атрибутів, однак у сукупності можна виділити їх загальну структуру.

3. Нерозділені файли є неструктурованими, оскільки не мають метаданих.

При тому структурованість даних суттєво впливають на дисковий простір, який займає сховище даних, бо у випадку неструктурованих та напівструктурованих даних вони можуть зберігатися розріджено. Крім того, з цього випливає деяке падіння швидкодії сховища даних, яке є істотно залежним від операцій введення – виведення.

Прикладом структурованих даних база паспортів, прикладом напів-структурованих – база медичних карток, неструктурованих – текстові дані.

У зв'язку з цим я пропоную при проектуванні сховища даних визначати структурованість сховища даних та розміщувати дані у сховищі відповідно до їх структурованості

Перш за все, структурованість джерела  $S$  можна визначати наступним співвідношенням:

$$ST_s = \sum_{i=1}^n N_{A_i} / nN_s \quad (1),$$

де  $n$ - кількість записів джерела даних,  $N_A$  - кількість атрибуту запису,  $N_S$  - загальна кількість сховища. При цьому значення змінюються від 0 (неструктуровані дані) до 1 (структуровані дані)

Для розрахунку структурованості приймаються наступні евристики:

1. Для реляційних баз даних в загальному випадку  $ST=1$ , при врахуванні пустих значень («null»), значення можна обрахувати для кожної таблиці за формулою (1), аналогічно для плоских розподілених файлів;
2. Для багатовимірних баз даних структурованість може бути визначена для кожного розрізу куба за формулою (1), при цьому сильно структуровані дані підлягають перерозподілу у реляційну базу даних, а неструктуровані – у базу даних XML.
3. Нерозподілені файли (якщо такі є) мають  $ST=0$ .

На основі інформації про структурованість даних можна покращити алгоритм ініціалізації сховища, представлений у [12], розподіливши дані у сховище наступним чином:

1. Дані з високою структурованістю розміщуються в реляційній базі даних, побудованій у ЗНФ. При такому розміщенні ці дані адаптуються під частий доступ та типові запити.
2. Дані з низькою структурованістю розміщуються в багатовимірній базі даних. При такому розміщенні ці дані адаптуються під аналіз та гнучкі запити.
3. Неструктуровані дані чи дані, структурованість яких не може бути визначена, розміщуються в базі даних XML.

При цьому вищезгаданий розподіл корисний у випадках, коли інформація про запити, що будуть оброблятися системою, невідома.

### Список використаних джерел

4. Catriel Beeri. Schemas for Integration and Translation of Structured and Semi-Structured Data [Текст]. Database Theory — ICDT'99/ Catriel Beeri.,Tova Milo - 1999
5. David A. Grossman. Integrating Structured Data and Text [Текст]. Journal of the American Society of Information Science/ David A. Grossman - 1997
6. Frank Neven. Expressive and efficient pattern languages for tree-structured data. [Текст]. PODS '00 Proceedings of the nineteenth ACM SIGMOD-SIGACT-SIGART symposium on Principles of database systems/ Frank Neven, Thomas Schwentick New York - 2000
7. Georg Gottlob. Monadic Queries over Tree-Structured Data [Текст]. Proceedings of 17th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science/ Georg Gottlob, Christoph Koch New York- 2002
8. 5.Guoliang Li. - EASE: An Effective 3-in-1 Keyword Search Method for Unstructured, Semi-structured and Structured Data. [Текст] SIGMOD '08 Proceedings of the 2008 ACM SIGMOD international conference on Management of data / Guoliang Li.,Beng Chin Ooi, Jianhua Feng, Jianyong Wang, Lizhu Zhou – New York - 2008
9. M. Hagenbuchner- A self-organizing map for adaptive processing of structured data [Текст]. IEEE Transactions on Neural Networks/ M. Hagenbuchner, A. Sperduti, A. C. Tsoi - 2003
10. Peter Buneman. Path Constraints on Semistructured and Structured Data. [Текст]. PODS '98 Proceedings of the seventeenth ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART symposium on Principles of database systems / Peter Buneman, Wenfei Fan, Scott Weinstein – New York. 1998
11. S. Bergamaschi. Semantic Integration of Semistructured and Structured Data Sources. [Текст]. ACM SIGMOD Record - Volume 28 Issue 1, March 1999 / S. Bergamaschi, S. Castano, M. Vincini - 1999
12. Serge Abiteboul - Querying Semi-Structured Data [Текст]. ICDT '97 Proceedings of the 6th International Conference on Database Theory / Serge Abiteboul - 1997
13. Tirthankar Lahiri.- Ozone: Integrating Structured and Semistructured Data[Текст] DBPL '99 Revised Papers from the 7th International Workshop on Database Programming Languages: Research Issues in Structured and Semistructured Database Programming/ Tirthankar Lahiri, Serge Abiteboul, Jennifer Widom – London - 2000
14. Томашевський В.М. Математична модель задачі проектування гібридних сховищ даних з врахуванням структур джерел даних [Текст]. Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: Зб. наук. пр. /Томашевський В.М., Яцишин А.Ю. – К.:Век+, – 2011. – № 53. – 211
15. Томашевський В.М. Особливості проектування гібридних сховищ даних з врахуванням джерел даних [Текст]. Подано до друку у Вісник Національного університету „Львівська політехніка”, секція "Інформаційні системи та мережі" / Томашевський В.М., Яцишин А.Ю. - 2012

## МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Співак І.Я.<sup>1)</sup>, Неділенько О.В.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр

### І. Постановка проблеми

Незважаючи на інтенсивний розвиток систем підтримки прийняття рішень (СППР) і досі у залишається багато невирішених і незрозумілих проблем: від специфікації розв'язуваних задач до адекватних їм методів моделювання знань і процесів. Часто, унаслідок того, що в СППР головне джерело інформації – людина, і тому інформацію дуже важко або взагалі неможливо формалізувати. [1]

### ІІ. Мета роботи

Метою роботи є проектування інтелектуальної системи підтримки прийняття, що ґрунтується на використуванні прогресивних інтелектуальних технологій для моделювання різних видів знань і процесів, а також розробка теоретичних основ і методів навчання та адаптації цих систем до динамічно змінюваного зовнішнього середовища у нечітких умовах.

### ІІІ. Основна частина

Система підтримки прийняття маркетингових рішень, що розв'язує розглянуті вище завдання, використовуючи основні методи інтелектуального аналізу даних, має таку структуру:

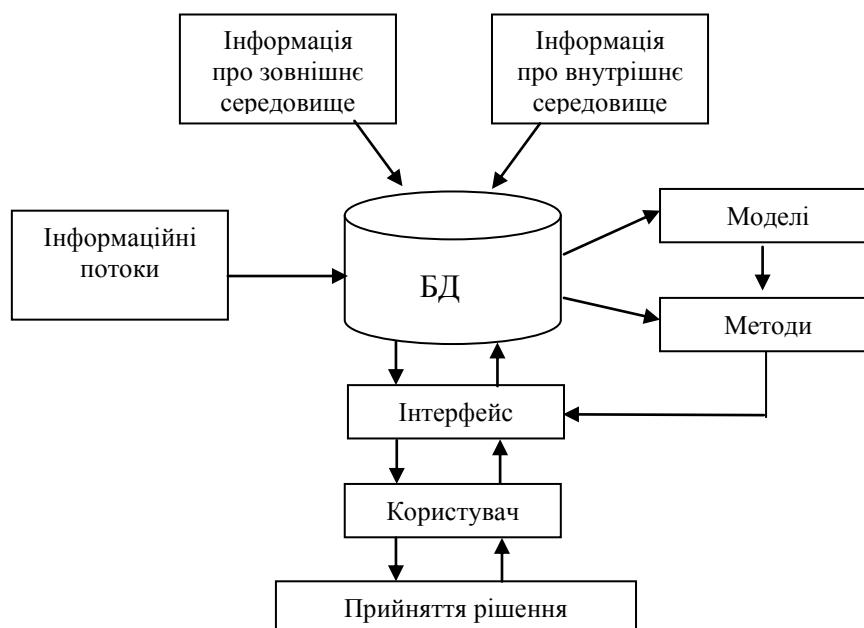


Рисунок 1 - Структура інтелектуальної системи управління

Система дозволяє перетворити наявну інформацію про стан досліджуваного об'єкта, а також про процеси, що протікають в середовищі, у форму, необхідну і добре зрозумілу для користувача, а це, в свою чергу, дає змогу оцінити стан об'єкта, проаналізувати та спрогнозувати розвиток ситуації і можливі варіанти зміни факторів впливу.

### Висновок

Запропонована у роботі модель інтелектуальної системи підтримки прийняття рішення надасть користувачам додаткові можливості щодо аналізу деталей процесу, звільнить їх від знання неістотних технічних особливостей, що загалом зменшить час на підготовку та допоможе приймати обґрунтованіші рішення та зменшить кількість помилок.

### Список використаних джерел

1. Чубукова І.А Data Mining. - М.: Изд. дом «Бином», 2008. - 382 с.

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ

Шпінталь М.Я.<sup>1)</sup>, Подобайло С.В.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр*

### І. Постановка проблеми

У даній роботі розглядається розробка системи управління товарними запасами, що призначена для організацій оптової та роздрібною торгівлі. Оскільки малі й середні підприємства найчастіше обмежені в коштах, актуальною є розробка систем, що автоматизують окремі аспекти роботи підприємства.

Одним з таких інструментів є автоматизована система обліку товарів на складі й система керування запасами. Найчастіше планування поповнення запасів необґрунтовано ведеться за деякими жорстко встановленими нормативами, незалежно від того, наскільки економічно виправданий даний рівень запасу в даній конкретній ситуації. Такий підхід приводить до свідомо завищеного рівня запасів, що означає невиправдане відволікання фінансових ресурсів і зниження їхньої оборотності. Тому автоматизована система управління запасами підприємства з одного боку, не є занадто дорогою, а з іншої, може значно підвищити ефективність роботи підприємства.

Математичні моделі управління запасами дозволяють знайти оптимальний рівень запасів деякого товару, який дозволяє мінімізувати сумарні витрати на покупку, оформлення й доставку замовлення, зберігання товару, а також збитки від його дефіциту.

### II. Актуальність теми

Основні підрозділи підприємства завжди дивляться на питання керування запасами у світлі своїх власних інтересів, які визначаються конфліктністю цільових функцій, що регламентують їхню діяльність. Якщо служби збуту й маркетингу націлені на ріст обсягів продажів і на якісне задоволення потреб покупця, то вони будуть домагатися збільшення запасів на всіх стадіях виробництва. Подібна позиція буде підтримуватися й виробничою службою, тому що високі норми запасів забезпечують більший ступінь надійності в роботі, запобігаючи тим самим простої. У той час як фінансовий або плановий відділ, що традиційно займається керуванням витратами на підприємствах, прагнуть скорочення запасів до мінімально можливого рівня, зменшуючи тим самим витрати зберігання й збільшуючи оборотність поточних активів. Принципових шляхів рішення проблеми дві: або запас визначається більш сильним впливом тієї або іншої структури на підприємстві, або регламентується на більш високому рівні керування виходячи зі стратегічних пріоритетів фірми в цілому, що встановлюють компроміс між ризиками й витратами або ліквідністю й оборотністю. Другий шлях більше важкий і вимагає наявності навичок не тільки в питаннях керування витратами, але й присутності стратегічного способу мислення в керівництві.

### III. Мета і задачі дослідження

Проблема керування запасами є однією з найбільш важливих в організаційному керуванні. Але, як правило, не існує типових рішень - умови на кожному підприємстві або фірмі унікальні й включають безліч обмежень і різних особливостей. Із цим зв'язані й проблеми, що виникають при розробці математичної моделі й визначенні оптимальної стратегії керування запасами.

Метою дипломної роботи є створення комплексної системи управління запасами готової продукції, що дозволяє комерційному підприємству, що займається роздрібною або оптовою торгівлею, повністю автоматизувати управління запасами.

### IV. Предмет та об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження в цій роботі є процес управління запасами підприємства.

Предметом даного дослідження є експертна система управління запасами підприємства, яка оптимізує його з метою мінімізації витрат на зберігання та замовлення.

### Список використаних джерел

1. Хедли Дж., Уайтин Т. Анализ систем управления запасами. – М., «Наука», 1969. – 511 с.
2. Рыжиков Ю. И. Теория очередей и управление запасами: Учебное пособие для вузов. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
3. Хруцкий Е. А. Оптимизация хозяйственных связей и материальных запасов (Вопросы методологии). – М.: Экономика, 1997. – 263 с.

УДК 004

### РИСКИ ВОВЛЕЧЕНИЯ БИЗНЕСА В СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ

Губенко Н.Е.<sup>1)</sup>, Целуйко О.А.<sup>2)</sup>

*Донецкий национальный технический университет*

*1) к.т.н., доцент; 2) студент*

#### Введение

По мере того как растет интерес к социальным сетям, растут и его ожидания относительно появления новых угроз. Последней тенденцией стало вовлечение бизнеса в социальную сеть. Так компании получают потенциальных клиентов, открывающиеся возможности для продвижения товаров и услуг, для поиска персонала или проведения рекламных акций, какой бы сферы они ни касались. Социальная сеть облегчает задачу поиска целевой аудитории. Анализируя данные профилей, можно сделать большое количество обоснованных предположений о пользователе. На подобные услуги растет спрос - появились компании, которые обучают маркетологов тому, как вести бизнес в социальной сети. В настоящее время одна из самых востребованных вакансий на рынке - это сотрудник по продвижению в социальных сетях. Новые возможности для бизнеса всегда сопровождаются новыми рисками.

#### Основные проблемы

Социальные сети хранят практически все, что интересует обычного пользователя: его личные данные, привычки, хобби, социальное положение, вкусы и пристрастия, поведение в интернете, даже распорядок дня и местоположение. Социальная сеть знает все о друзьях и интенсивности общения. Здесь размещено немалое количество информации о своих родных и близких, доступны публичные данные о связях между пользователями. Анализируя поведение людей в интернете, социальная сеть сохраняет все, что пользователи там оставили. Что же касается безопасности этой информации, то специалисты обеспокоены по поводу того, что парольная защита ослабевает с приходом в Интернет все большего количества людей. Это происходит, прежде всего, из-за использования простых паролей. Кроме применения простых паролей, пользователи зачастую используют одинаковые пароли на самых разных местах: на сайтах, личных кабинетах провайдера, электронной почте; для социальных сетей и так далее, что позволяет легко подобрать пароль. Не маловажным остается тот факт, что пользователи чаще всего используют один-единственный аккаунт у всех случаи. Почти на всех популярных сайтах, которые посещает большое количество людей, установлены специальные шлюзы для доступа в социальные сети. Через любой сайт, оснащенный подобным шлюзом, пользователь компании может общаться, хотя и ограниченно, с социальной сетью. JavaScript, загруженный из социальной сети, отслеживает DOM-событие on-Click- это позволяет узнать, по какой ссылке был покинут сайт. Если на том сайте, куда перешли, имеется кнопка Like или connect, то будет известен маршрут движения. Таким образом, социальная сеть имеет возможность узнать, с какого сайта вы пришли, сколько времени там провели, когда покинули. Когда третьи лица становятся собственниками подобной информации неизбежны нарушения безопасности, начиная с использования профилей (взлом, клонирование, сегодня можно приобрести пароль от какого угодно ящика или аккаунта в социальной сети), до потери денег на банковском счете. Некоторые сайты могут быть интегрированы с платежными системами, и как результат в сети может оказаться конфиденциальная пользовательская информация. Для бизнеса сложность в том, что очень часто нет возможности закрыть доступ к социальной сети всем. Кроме того, пытаясь ограничить пользование интернет-сообществами, они провоцируют сотрудников говорить за пределами организаций, что способствует обнародованию информации, которую компании не хотели бы публиковать.

За последние два года наблюдается тенденция к использованию сокращенных URL-адресов. Сервисы, подобные Twitter, где длина сообщений ограничена, часто используют сокращение URL. Переходя по ссылке, пользователь сначала попадает на сервис сокращенных URL, а затем автоматически перенаправляется по целевому адресу. А это значит, что о переходе становится

известно третьей компании. По сути, весь пользовательский трафик проходит через одну точку — t.co, что позволяет компании иметь мощные аналитические возможности для анализа поведения пользователей в Интернете. Другой аспект этого вопроса заключается в том, что большинство сервисов не имеют функции предварительного просмотра URL, на который они, в конечном счёте, указывают, поэтому хакеры могут легко замаскировать полу-доверенное имя под сокращение URL. Это приводит к дальнейшей эскалации атак.

Еще одной тенденцией начиная с 2011г, стало повсеместное использование федеративных средств аутентификации на основе социальных сетей или иных сервисов. К примеру, сайт газеты «Ведомости». Поняв, что все пользователи присутствуют в социальной сети, газета поступила просто: предложила своим посетителям сайта логиниться с помощью этой сети. И так происходит повсюду. Большинство сайтов не имеет желания накапливать собственную пользовательскую базу, потому что пользователи не любят и не хотят регистрироваться. Они предпочитают делать это централизованно — через «ВКонтакте», «Яндекс», Mail.ru, Facebook или что-то другое. Это удобно и для пользователей, так как избавляет их от необходимости лишней раз регистрироваться, и дает социальным сетям дополнительную информацию о действиях пользователя на внешних сайтах. Не остается без внимания специфическая особенность, связана с возможностью узнать о местопребывании человека. Сочетание мобильных устройств, сервисов и социальных сетей предоставляет значительные возможности для эффективной работы, но в то же время оставляет легкие в обнаружении следы личных данных пользователей в сети.

Социальная сеть — великолепный источник сбора аналитики о компании. Не менее серьезную проблему представляет угроза переманивания сотрудников. Социальная сеть дает широкие возможности для просмотра чужих профилей. Пользователь может указать свои интересы, сведения о работе, учебном заведении и т.п. По ключевым словам представители рекрутинговых агентств могут отыскать нужных им кандидатов и потом их перекупать. Существуют сети, специально созданные для личного продвижения профессионалов — например, linkedln. Еще одна возможность — размещение вакансий через социальную сеть. Рекрутинговые агентства проводят специальные мини-обучения, рассказывают, как правильно размещать и продвигать свое резюме[1].

### **Выводы**

Поскольку запретить компаниям работать в Интернете и социальных сетях нельзя, такое поведение в сети будет процветать, однако это сильно мешает бизнесу. Дальше придется или смириться, или разумно контролировать, пока компании не поймут, что нужно тратить время на обучение сотрудников правильному поведению в социальных сетях. Сопrotивляться социальным сетям нет смысла и возможности, они есть и никуда не уйдут. Это слишком удобная технология, чтобы ее не использовать. Например, создание корпоративных социальных сетей — это уже данность для ряда крупных компаний. Чем дальше, тем больше будет распространяться интеграция между мобильными терминалами, сервисами обмена данными, социальными сетями и другими аналогичными средствами. При дальнейшей работе в соц. сети лучше всего обращать внимание на риски и работать с ними — какую-то часть принимать, частью управлять. Пользователям социальных сетей будет несложно следовать ряду простых правил, которые сделают их жизнь более безопасной, не распространять: личные данные — имена, фамилии, телефоны, емейлы, данные ip и url, паспортные данные; фотографии, ссылки на Facebook, youtube, google; ссылки на новостные сайты и магазины. Это позволяет вычислить профиль интересов. Этим пользуются поисковики для рекламы.

### **Список использованных источников**

1. Jet Info. Электронный ресурс. Режим доступа к статье: [http://www.jet.msk.su/pres\\_center](http://www.jet.msk.su/pres_center)- Вы пользуетесь социальной сетью?
2. Securelise. Электронный ресурс. Режим доступа к статье: <http://www.securelist.com/ru/analysis>-Опасности на пути пользователей социальных сетей.
3. kaspersky. Электронный ресурс. Режим доступа к статье: [http://www.kaspersky.ru/reading\\_room](http://www.kaspersky.ru/reading_room) - «Лаборатория Касперского» публикует статью «Угрозы социальных сетей»
4. «Директор информационной службы». Электронный ресурс. Режим доступа к статье: <http://www.osp.ru/cio/2011/12/13012286>-Угрозы социальных сетей.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛОВ SET И SSL

Губенко Н.Е.<sup>1)</sup>, Кайдановский К.А.<sup>2)</sup>, Левитасова В.Б.<sup>3)</sup>

Донецкий национальный технический университет

<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2,3)</sup> студенты

### I. Постановка проблемы

Широкое внедрение IT-технологий и Internet не могло не отразиться на развитии электронного бизнеса. Одним из видов электронного бизнеса является электронная коммерция. В соответствии с документами ООН, бизнес признается электронным, если хотя бы две его составляющие из четырех (производство товара или услуги, маркетинг, доставка и расчеты) осуществляются с помощью Internet. Поэтому в такой интерпретации обычно полагают, что покупка относится к электронной коммерции, если, как минимум, маркетинг (организация спроса) и расчеты производятся средствами Internet. Более узкая трактовка понятия "электронная коммерция" характеризует системы безналичных расчетов на основе пластиковых карт [1].

### II. Цель работы

Целью исследования является сравнение двух наиболее распространённых протоколов защиты электронной коммерции.

### III. Особенности работы протоколов SET и SSL

Ключевым вопросом для внедрения электронной коммерции является безопасность. Платежные системы являются наиболее критичной частью электронной коммерции, и будущее их присутствия в сети во многом зависит от возможностей обеспечения информационной безопасности и других сервисных функций в Internet. SET и SSL - это два широко известных протокола передачи данных, каждый из которых используется в платежных системах Internet [1].

Протокол SET (Secure Electronic Transaction) предназначен для защиты электронных платежей в Internet с помощью платежных карточек. Спецификации SET были разработаны по инициативе MasterCard и Visa International в 1997 году. Протокол SET является протоколом верхнего уровня, и имеет довольно простую структуру (рис. 1) [2].

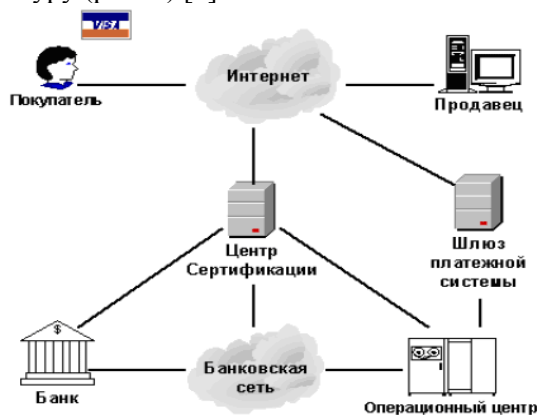


Рисунок 1 - Структура протокола SET

Все операции, осуществляемые через протокол SET, производятся в зашифрованном виде, что способствует повышенной конфиденциальности транзакций. Протокол SET позволяет безопасно передавать платежные данные покупателя продавцу и реализует другие операции по защите предоставленной информации:

- обеспечивает секретность данных оплаты и конфиденциальность информации заказа, переданной вместе с данными об оплате;
- сохраняет целостность данных платежей при помощи цифровой подписи;
- содержит специальную криптографию с открытым ключом для проведения аутентификации;
- имеет аутентификацию держателя по кредитной карточке, которая обеспечивается применением цифровой подписи и сертификатов держателя карточек;

- имеет аутентификацию продавца и его возможности принимать платежи по пластиковым карточкам с применением цифровой подписи и сертификатов продавца;
- выдаёт подтверждение того, что банк продавца является действующей организацией, которая может принимать платежи по пластиковым карточкам через связь с процессинговой системой;
- гарантирует безопасность передачи данных посредством преимущественного использования криптографии [1].

Криптографический протокол SSL (Secure Socket Layer) был разработан в 1996 году компанией Netscape и вскоре стал наиболее популярным методом обеспечения защищенного обмена данными через Internet. Этот протокол интегрирован в большинство браузеров и Web-серверов и использует асимметричную криптосистему с открытым ключом, разработанную компанией RSA (рис. 2) [3].

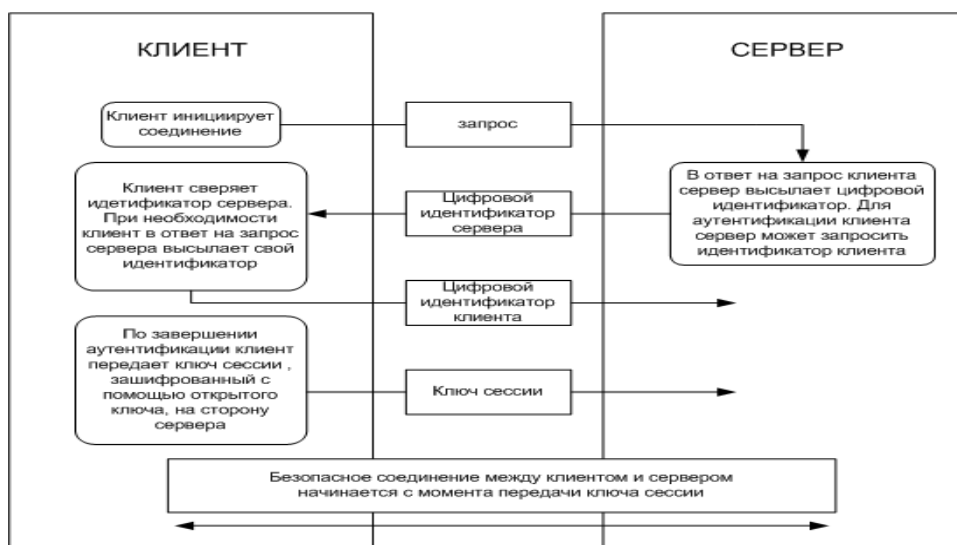


Рисунок 2 - Структура протокола SSL

Протокол SSL для распространения публичных ключей использует специальную форму – сертификат, который содержит:

- имя человека/организации, выпускающей сертификат;
- субъект сертификата (для кого был выпущен данный сертификат);
- публичный ключ субъекта;
- некоторые временные параметры (срок действия сертификата и т.п.).

SSL на сегодня является наиболее распространенным протоколом, используемым при построении систем электронной коммерции. С его помощью осуществляется 99% всех транзакций. Широкое распространение SSL объясняется в первую очередь тем, что он является составной частью всех браузеров и Web-серверов. Другое достоинство SSL - простота протокола и высокая скорость реализации транзакции [1].

### Вывод

На основании изложенного материала можно с уверенностью утверждать, что протокол SET обеспечивает защиту значительно лучше протокола SSL, так как протокол SSL не аутентифицирует продавца и покупателя, а также не обеспечивает конфиденциальности информации о карте пользователя для продавца. То есть, нет возможности определить достоверность информации о субъектах сделки, а продавец при желании без проблем может воспользоваться данными о реквизитах карты покупателя в корыстных целях. Использование протокола SET позволяет избежать всех этих угроз. Однако SET-протоколы используются очень редко, в основном крупными фирмами, которые могут себе позволить тратить большие деньги на информационную безопасность (использование SET обходится гораздо дороже, чем использование SSL). Но учитывая высокий уровень мошенничества в сети Internet, можно сделать прогноз, что протокол SET в будущем станет ведущим протоколом обеспечения безопасности электронной коммерции.

### Список использованных источников

1. Безопасность электронной коммерции. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://protect.htmlweb.ru/sslset3d.htm>.
2. Электронная коммерция: теория и практические выкладки. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://www.toppayingcontents.com/praktik1\\_2.html](http://www.toppayingcontents.com/praktik1_2.html).
3. Протокол SSL – что это такое? Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.inssl.com/about-ssl-protocol.html>.



## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТЫ БАНКОВСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Губенко Н.Е.<sup>1)</sup>, Кибальченко А.В.<sup>2)</sup>, Синяк А.А.<sup>3)</sup>

*Донецкий национальный технический университет*

*<sup>1)</sup>к.т.н., доцент, <sup>2,3)</sup>студенты*

Рассмотрены основные средства защиты информации, цели учета и контроль информации в банках. Определены способы защиты информации, а также наиболее часто используемые технологии информационной защиты. Проанализирована уязвимость информации в автоматизированных комплексах.

Мы живем в мире конкурентной борьбы за сферы влияния на международной арене, мировых рынках, за приоритеты в научной, военно-технической и экономической отраслях. Именно поэтому защита информации является неотъемлемой составляющей национальной безопасности.

В наше время информационные технологии (ИТ) занимают лидирующие позиции в развитии мирового сообщества и мировой экономики. Под информационными технологиями понимаются технологии обработки и управления данными [1]. Главной целью должен являться процесс ускорения распространения информации при минимальных затратах. В наиболее развитых странах мира за счет информационных технологий стали появляться новые виды бизнеса, как например электронный. Он с легкостью удовлетворяет все возрастающие потребности общества, стирает границы между государствами и ускоряет развитие единого мирового рынка. В таких странах поддерживается инициатива внедрения ИТ для удовлетворения новых видов бизнеса, развития финансовых рынков, а также защиты потребителей информационной продукции и услуг.

К сожалению в нашей стране ИТ не развиваются на необходимом уровне. Общей целью является не оптимизация общего процесса, повышение производительности и, как следствие, экономический рост, а сиюминутная выгода, личные потребности. По мнению автора, Украине необходимо уменьшить госконтроль для создания конкурентоспособной бизнес-среды, что откроет для нее новые границы на международном рынке.

Одной из важнейших проблем функционирования банка, как такового, является проблема его безопасности, а точнее безопасности его информации. Защита банковской информации становится все более актуальной, выдвинувшись на первое место относительно физической охраны и средств технической защиты помещения банков.

За счет быстрого прогресса информационных технологий, финансовые учреждения начали внедрять открытые системы связи с выходом в Интернет, что привело к появлению новых каналов утечки информации и воздействия на нее. Таким образом, главными задачами защиты информации являются: обеспечение ограниченного доступа к конфиденциальной информации, защиты технических средств, обрабатывающих ее и безопасность передачи по каналам связи.

Данные о клиентах банков, их счетах и операциях интересны не только конкурентам, но и преступникам, которые для несанкционированного доступа к ним используют все возможные средства. Поэтому к банковским системам защиты конфиденциальной информации предъявляются особые требования.

Управление защитой – это контроль за распределением информации в открытых системах. Он осуществляется для обеспечения функционирования средств и механизмов защиты, фиксации выполняемых функций и состояний механизмов защиты, фиксации событий, связанных с нарушением защиты. Основные средства защиты – это шифрование данных при их хранении и при передаче по каналам связи, электронная цифровая подпись, а также средства защиты от несанкционированного доступа.

Учет и контроль в банке представлены операционным и бухгалтерским учетом, которые тесно связаны между собой, поскольку аналитический уровень отражен в банковском учете лицевыми счетами, а каждый лицевой счет находится под определенным балансовым. Основной целью аудита информационных систем является их контроль и анализ рисков, связанных с защищенностью, как от внешних, так и от внутренних факторов. Не существует возможности создать полностью защищенную систему. Даже при наличии неограниченного бюджета и ресурсов, всегда остается возможность того, что кто-то найдет путь для несанкционированного получения информации. Если совершенной безопасности невозможно достичь, то организация или банк должны определить

наиболее эффективный метод защиты информации, исходя из имеющихся ресурсов. По данным исследований CNews.ru наиболее востребованной технологией информационной защиты в банковской сфере являются системы аутентификации[2]. Это проверка принадлежности субъекту доступа к предъявленному им идентификатору, то есть, иными словами, проверка подлинности[1].

Способов аутентификации существует довольно много. Одним из наиболее часто используемых является текстовый ввод логина и пароля, но он далеко не единственный метод. Все большую популярность набирает аутентификация с помощью электронных сертификатов, пластиковых карт и биометрических устройств, например, сканеров радужной оболочки глаза или отпечатков пальцев или ладони.

В последнее время все чаще применяется так называемая расширенная или многофакторная аутентификация. Она построена на использовании нескольких компонент, таких, как: информация, которую пользователь знает (пароль), использовании физических компонентов (например, идентификационные брелки или смарт-карты), и технологии идентификации личности (биометрические данные).

Наиболее часто используемыми технологиями информационной защиты в банковской сфере являются антивирусы, комплексы кодирования межсетевых потоков, межсетевые экраны и защищенный WEB-сервер. Межсетевые экраны осуществляют контроль и фильтрацию проходящих через него сетевых пакетов на различных уровнях модели OSI, в соответствии с заданными правилами. Его основной задачей является защита компьютерных сетей или отдельных узлов от несанкционированного доступа. Также сетевые экраны часто называют фильтрами, так как их основная задача – не пропускать (фильтровать) пакеты, не подходящие под критерии, определенные в конфигурации.

Однако анализ существующего положения показывает, что уровень мероприятий по защите информации, как правило, отстает от темпов автоматизации. Одной из основных причин этого отставания является неразвитость и неотрегулированность рынка криптографической продукции.

При этом, недостаточно учитываются отличия банковской информации от традиционных объектов криптографической защиты (военные и государственные секреты), что приводит к завышенным требованиям к средствам криптографической защиты банковской информации.

Уязвимость информации в автоматизированных комплексах обуславливается большой концентрацией вычислительных ресурсов, их территориальной распределенностью, долговременным хранением больших объемов данных на магнитных носителях, одновременным доступом к ресурсам большого числа пользователей различных категорий. Автоматизированный комплекс можно считать защищенным, если все операции выполняются в соответствии со строго определенными правилами, которые обеспечивают непосредственную защиту объектов, ресурсов и операций. Основу для формирования требований к защите составляет список угроз. Когда такие требования известны, могут быть определены соответствующие правила обеспечения защиты. Эти правила, в свою очередь, определяют необходимые функции и средства защиты. Чем больше требований к защите и соответствующих правил, тем эффективнее механизмы защиты и тем более защищенным оказывается автоматизированный комплекс.

Исключительно важным элементом для платежной системы является защита юридической значимости платежных документов для справедливого разрешения споров и определения виновных в нанесенном ущербе, так как только юридическая защищенность создает доверие к системе платежей у ее участников и повышает их дисциплинированность при совершении расчетов. Это является еще одним аргументом в пользу того, что для платежной системы более приоритетными являются криптографические методы обеспечения подлинности и целостности платежных документов, а не методы обеспечения конфиденциальности.

Защита банковской информации при ее передаче по телеграфным и почтовым каналам связи осуществляется, в основном, организационными мерами, в сочетании с использованием криптографических средств – системы кодов подтверждения. В отдельных регионах, использующих для передачи информации модемную связь, в качестве средств защиты применяются средства шифрования и электронной цифровой подписи (ЭЦП) различных фирм-производителей криптопродуктов.

ЭЦП – реквизит электронного документа, предназначенный для защиты этого документа от модификации, полученный в результате криптографического преобразования информации с использованием закрытого ключа электронной цифровой подписи и позволяющий идентифицировать владельца сертификата ключа подписи, а также установить отсутствие искажения информации в электронном документе[1]. Порядок применения цифровой подписи в банковской деятельности

определяется Национальным банком Украины. Обслуживание физических и юридических лиц совершается центром сертификации ключей на договорных основаниях.

К сожалению, у большинства средств криптографической защиты нет необходимых сертификатов, что приводит к несовершенной системе защиты и утере информации.

Специально для банковских систем в теоретической криптографии существуют два направления разрабатываемых исследований. Это криптографические протоколы и криптографическое обеспечение банковских карточек.

На рисунке 1 представлен график соотношения эффективности методов защиты банковской информации от их стоимости.

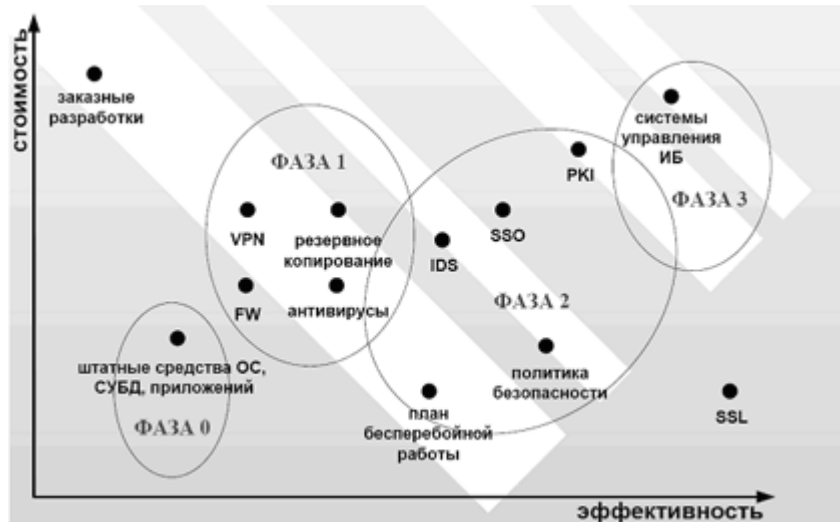


Рисунок 1 – Соотношение эффективности методов защиты банковской информации от их стоимости

На рисунке 2 изображены средства и методы защиты информации, которые составляют основу механизмов защиты.

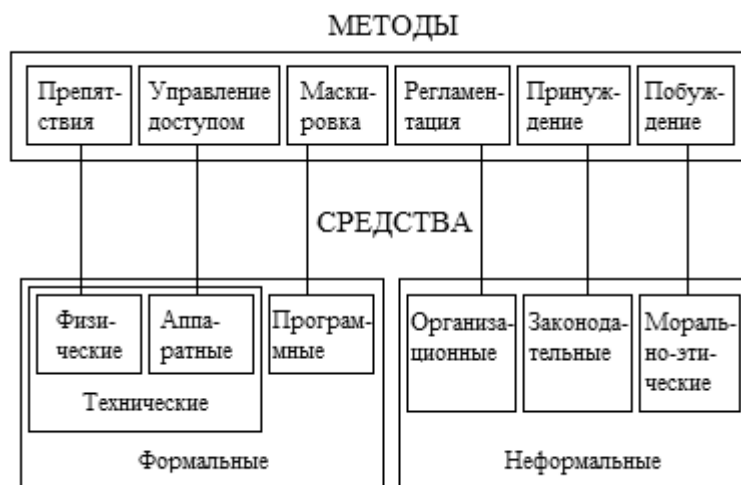


Рисунок 2 – Методы и средства обеспечения безопасности информации

Рассмотрим основное содержание представленных методов и средств защиты информации.

Препятствие – метод физического преграждения пути злоумышленнику к защищаемой информации (к аппаратуре, носителям информации и т.д.).

Управление доступом – метод защиты информации регулированием использования всех ресурсов компьютерной информационной системы банковской деятельности (элементов баз данных, программных и технических средств). Управление доступом включает следующие функции защиты: идентификацию пользователей, персонала и ресурсов системы, их опознание (установление подлинности) по предъявленному им идентификатору, проверку полномочий, разрешение и создание условий работы в пределах установленного регламента, регистрацию обращений к защищаемым ресурсам, реагирование (сигнализация, отключение, задержка работ, отказ в запросе) при попытках несанкционированных действий.

Маскировка – метод защиты информации путем ее криптографического закрытия. Метод защиты широко применяется за рубежом для обработки и хранения информации. При передаче информации по каналам связи большой протяженности этот метод является единственно надежным.

Регламентация – метод защиты информации, создающий такие условия автоматизированной обработки, хранения и передачи защищаемой информации, при которых возможности несанкционированного доступа к ней сводились бы к минимуму.

Принуждение – такой метод защиты, при котором пользователи и персонал системы вынуждены соблюдать правила обработки, передачи и использования защищаемой информации под угрозой материальной, административной или уголовной ответственности.

Побуждение – такой метод защиты, который побуждает пользователя и персонал системы не разрушать установленные порядки за счет соблюдения сложившихся моральных и этических норм.

Рассмотренные методы обеспечения безопасности реализуются на практике за счет применения различных средств защиты, таких, как технические, программные, организационные, законодательные и морально-этические. К основным средствам защиты, используемым для создания механизма защиты, относятся следующие:

- Технические средства реализуются в виде электрических, электромеханических и электронных устройств. Вся совокупность технических средств делится на аппаратные и физические. Под аппаратными техническими средствами принято понимать устройства, встраиваемые непосредственно в вычислительную технику или устройства, которые сопрягаются с подобной аппаратурой по стандартному интерфейсу.

- Физические средства реализуются в виде автономных устройств и систем. Например, замки на дверях, где размещена аппаратура, решетки на окнах, электронно-механическое оборудование охранной сигнализации.

- Программные средства представляют из себя программное обеспечение, специально предназначенное для выполнения функций защиты информации.

- Организационные средства защиты представляют собой организационно-технические и организационно-правовые мероприятия, осуществляемые в процессе создания и эксплуатации вычислительной техники, аппаратуры телекоммуникаций для обеспечения защиты информации.

- Морально-этические средства защиты реализуются в виде всевозможных норм, которые сложились традиционно или складываются по мере распространения вычислительной техники и средств связи в обществе. Эти нормы не являются обязательными как законодательные меры, однако, несоблюдение их ведет обычно к потере авторитета и престижа человека.

- Законодательные средства защиты определяются законодательными актами страны, которыми регламентируются правила пользования, обработки и передачи информации ограниченного доступа и устанавливаются меры ответственности за нарушение этих правил.

Все рассмотренные средства защиты разделены на формальные (выполняющие защитные функции строго по заранее предусмотренной процедуре без непосредственного участия человека) и неформальные (определяются целенаправленной деятельностью человека либо регламентируют эту деятельность).

Не смотря на то, что нынешние банковские системы используют огромное количество средств защиты, уровень защищенности информации не соответствует требованиям современных банковских информационных систем. Финансовые учреждения, использующие информационные технологии для развития бизнеса, должны осознать важность безопасности информации. Учитывая бурный прогресс технических новшеств, нельзя дать однозначных рекомендаций по информационной безопасности для каждого финансового учреждения. Можно ожидать, что в скором времени, банки возьмут под полный контроль состояние информационной безопасности в финансовых учреждениях и будут способствовать ее совершенствованию, включая проведение экспертиз с акцентом на безопасность информации.

#### **Список использованных источников**

1. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Информационные технологии](http://ru.wikipedia.org/wiki/Информационные_технологии).
2. <http://www.cnews.ru/reviews-/free/finance/security/>.
3. Анохин М. И. Криптография в банковском деле / М. И. Анохин, Н. П. Варновский, В. М. Сидельников, В. В. Яценко. – 1997. – 233 с.
4. Домарев В. В. Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты / В. В. Домарев. – К. : ООО "ТИД "ДС", 2002. – 688 с.
5. [http://www.prostobankir.com.ua/it/stati/informatsionnye\\_tehnologii\\_it\\_ne\\_roskosh-\\_a\\_put\\_k\\_pobede](http://www.prostobankir.com.ua/it/stati/informatsionnye_tehnologii_it_ne_roskosh-_a_put_k_pobede).
6. [http://capri.ustu.ru/banking\\_systems/%C3%EB%E0%E2%E0%201.htm](http://capri.ustu.ru/banking_systems/%C3%EB%E0%E2%E0%201.htm).
7. Титоренко Г. А. Информационные системы в экономике / Г. А. Титоренко. – М. : "ЮНИТИ-ДАНА", 2008. – 463 с.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАТРАТ В ИНФОРМАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

Губенко Н.Е.<sup>1)</sup>, Синяк А.А.<sup>2)</sup>, Кибальченко А.В.<sup>3)</sup>

*Донецкий национальный технический университет,  
1) к.т.н., доцент; 2,3) студенты*

### I. Постановка проблемы

На сегодняшний день в условиях рынка компания сосредоточена на поддержании своей конкурентоспособности – продуктов и услуг, конкурентоспособности компании в целом.

В таких условиях качество и эффективность информационной системы влияют на конечные финансовые показатели через качество бизнес-процессов. В проигрыше оказываются те компании, где финансирование защиты информации ведется по остаточному принципу.

К вложениям в информационную безопасность (ИБ) можно относиться как к затратам или как к инвестициям. Отношение к вложениям в ИБ как к затратам отдаляет компанию от решения стратегической задачи, связанной с повышением ее адаптивности к рынку. Если у компании есть долгосрочная стратегия развития, она рассматривает вложения в ИБ как инвестиции [1].

### II. Цель работы

Целью исследования является сравнение наиболее распространенных методов оценки эффективности затрат в ИБ

### III. Особенности различных методов оценки эффективности затрат в ИБ

Выделим наиболее известные методы оценки эффективности затрат в ИБ:

- **ROI** (Return On Investments - коэффициент возврата инвестиций). Данный коэффициент показывает, какую прибыль получит компания от вложения денег в различные мероприятия. Наиболее распространенный метод вычисления ROI – дерево принятия решений. Суть анализа заключается в следующем: потенциальный доход от инвестиций умножается на вероятность получения этого дохода. В результате получаем «цену решения». Сопоставив пары "сумма инвестиций - цена решения" можем найти оптимальный вариант, когда вложенные деньги принесут максимальный эффект.

Следует заметить, что руководители служб безопасности, использующие ROI для оценки будущих затрат столкнутся с проблемой подсчета дохода от внедрения системы. Использование метода дерева принятия решения дает приблизительный результат. Обычно параметр ROI используют для оценки маркетинговых мероприятий. ИБ имеет свои особенности, которые делают распространенные способы расчета ROI неэффективными[3]

- **LE** (Loss Expectancy – метод ожидаемых потерь). Подход основывается на том, что вычисляются потери от нарушений политики безопасности, с которыми может столкнуться компания, и эти потери сравниваются с инвестициями в безопасность, направленными на предотвращение нарушений. Метод основан на эмпирическом опыте организаций и сведений о вторжениях, о потерях от вирусов, об отражении сервисных нападений. Чтобы определить эффект от внедрения системы ИБ, нужно вычислить показатель ожидаемых потерь (Annualised Loss Expectancy – ALE).

$$AS = ALE * E - AC, \quad (1)$$

где: AS – ежегодные сбережения (Annual Saving),

E – эффективность системы защиты (около 85%),

AC – ежегодные затраты на безопасность (Annual Cost)

- **SAEM** (Security Attribute Evaluation Method - метод оценки свойств системы безопасности). Метод был разработан в Carnegie Mellon University, основан на сравнении архитектур систем ИБ для получения стоимостных результатов оценки выгод от внедрения системы ИБ. Объединив вероятность события и ранжировав воздействие окружающей среды, можно предложить проекты по ИБ с многовариантным влиянием окружающей среды на относительные затраты. Недостаток метода в том, что специалисты по ИБ редко имеют точные данные относительно выгод, приносимых технологией, поэтому они полагаются на опыт и интуицию [4].

• **TCO** (Total Cost Of Ownership - совокупная стоимость владения). Методика была предложена аналитической компанией Gartner Group. В этой модели затраты делятся на две категории: прямые и косвенные. Косвенные затраты – это скрытые расходы, возникающие при эксплуатации системы защиты информации (СЗИ). Под прямыми затратами понимают капитальные затраты и трудовые затраты.

Методика TCO компании Gartner Group позволяет:

- Получить адекватную информацию об уровне защищенности распределенной вычислительной среды и совокупной стоимости владения корпоративной СЗИ.
- Сравнить подразделения службы ИБ компании между собой и с аналогичными подразделениями других предприятий в данной отрасли.
- Оптимизировать инвестиции на ИБ компании с учетом реального значения показателя TCO [2].

Одно из преимуществ этого показателя состоит в том, что он позволяет сделать выводы о целесообразности реализации проекта в области ИБ на основании оценки только затрат. Другим преимуществом является то, что модель расчета TCO предполагает оценку не только первоначальных затрат на создание СЗИ, но и затрат, которые могут возникнуть на различных этапах жизненного цикла системы [1]

Таблица 1

Сравнительная характеристика методов оценки эффективности затрат

	ROI	LE	SAEM	TCO
Высокая стоимость проведения	-	-	-	-
Приблизительный результат	+	-	-	-
Простота реализации метода	+	+	±	±
«Статический показатель»	+	-	-	+

### Вывод

Оценка затрат на построение системы ИБ на сегодняшний день – это очень важная задача, без решения которой невозможно построение надежных систем защиты коммерческой информации. На сегодняшний день существует множества методов оценки эффективности затрат в информационную безопасность, среди которых выделяют ROI, LE, SAEM, TCO. На основе анализа можно сделать вывод, что метод ожидаемых потерь (LE) и метод оценки свойств системы безопасности (SAEM) являются более предпочтительными

### Список использованных источников

1. Яснев В.Н. Информационная безопасность в экономических системах: Учебное пособие – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2006
2. Оценка затрат компании на Информационную безопасность. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://citforum.ru/security/articles/ocenka\\_zatrat/](http://citforum.ru/security/articles/ocenka_zatrat/)
3. Оценка затрат компании на ИБ. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.getinfo.ru/article682.html>
4. Материал из SA – ежемесячного журнала. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://samag.ru/blog/art/No\\_number/16](http://samag.ru/blog/art/No_number/16)

## ПОЛИТИКА БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Деркунская Ю.В.<sup>1)</sup>, Кравчук Я.О.<sup>2)</sup>, Губенко Н.Е.<sup>3)</sup>

*Донецкий национальный технический университет*  
*1,2) студенты; 3) к.т.н., доцент*

### І. Постановка проблемы

С каждым годом пользователей интернета становится все больше. Множатся и расширяются многочисленные сервисы, внедряются новые технологии. Во Всемирную сеть вышла торговля, через интернет, стали предоставляться разнообразные платные услуги. Это вызвало развитие электронных платежных систем.

Система электронных платежей – это система безналичных расчетов, заключение контрактов и перевода денег между продавцами и покупателями, банками и их клиентами с помощью средств электронной коммуникации с применением средств кодирования информации и ее автоматической обработки.

Электронные платежные системы являются одним из самых популярных видов работы с электронной валютой. С каждым годом они развиваются все активнее, занимая довольно большую долю рынка по работе с валютой. Вместе с ними развиваются и технологии обеспечения их безопасности. Поскольку на сегодняшний день ни одна электронная платежная система не может существовать без хороших технологий и систем безопасности, которые в свою очередь обеспечивают безопасную транзакцию денежных операций.

В качестве исходных положений исследований использованы результаты, изложенные в работах В.А. Герасименко, А.А. Грушо, Д.П. Зегжды, А.М. Ивашко, Мельникова Ю.Н. и многих других.

### ІІ. Цель работы

Целью работы является повышение информационной безопасности электронных платежных систем в сети интернет.

### ІІІ. Особенности требований безопасности электронных платежных систем

Самих электронных платежных систем, собственно, как и технологий по защите, существует очень много. Каждая из них имеет различные принципы и технологии работы, а также свои достоинства и недостатки (таб.1).

Функционирование платежных систем в Интернете возможно только при обеспечении условий безопасности. Понятие "безопасность информации" можно определить как состояние устойчивости информации к случайным или преднамеренным воздействиям, исключающее недопустимые риски ее уничтожения, искажения и раскрытия, которые приводят к материальному ущербу владельца или пользователя информации. Решение проблемы безопасности основывается на криптографических или шифровальных системах, обеспечивающих следующие свойства:

- конфиденциальность - информация должна быть защищена от несанкционированного доступа как при хранении, так и при передаче. Доступ к информации может получить только тот, для кого она предназначена. Обеспечивается шифрованием;
- аутентификацию - необходимо однозначно идентифицировать отправителя, при однозначной идентификации отправитель не может отказаться от послания. Обеспечивается электронной цифровой подписью и сертификатом;
- целостность - информация должна быть защищена от несанкционированной модификации как при хранении, так и при передаче. Обеспечивается электронной цифровой подписью[4].

Гарантами безопасности платежных систем являются стандарты безопасности. Наиболее распространенными стандартами безопасности виртуальных платежей являются протокол SSL (Secure Socket Layer), обеспечивающий шифрование передаваемых через Интернет данных и стандарт SET (Secure Electronic Transactions).

Протокол SSL - стандарт, основанный на криптографии с открытыми ключами. Протокол обеспечивает защиту данных, передаваемых в сетях TCP/IP по протоколам приложений за счет шифрования и аутентификации серверов и клиентов. Это означает, что шифруется вся информация, передаваемая и получаемая Web-браузером, включая URL-адреса, все отправляемые сведения (такие

как номера кредитных карт), данные для доступа к закрытым Web-сайтам (имя пользователя и пароль), а также все сведения, поступающие с Web-серверов. Три основные функции безопасности, гарантированные в SSL, основаны на криптографии с открытым ключом.

Одной из основных причин медленного роста электронной коммерции является озабоченность покупателей надежностью средств, применяемых при выполнении платежей в Интернете. Описанный выше протокол SSL позволяет решить часть названных проблем безопасности, однако его роль в основном ограничивается обеспечением шифрования передаваемых данных. Поэтому для комплексного решения перечисленных выше проблем была разработана спецификация и создан набор протоколов, известные как стандарт SET (Secure Electronic Transaction - Безопасные электронные транзакции).

В основе системы безопасности, используемой стандартом SET, лежат стандартные криптографические алгоритмы DES и RSA. Инфраструктура SET построена в соответствии с инфраструктурой открытого ключа (Public Key Infrastructure - PKI) на базе сертификатов, соответствующих стандарту X.509 организации по стандартизации (ISO). Главная особенность SET - регламентация использования системы безопасности, которая устанавливается международными платежными системами [5].

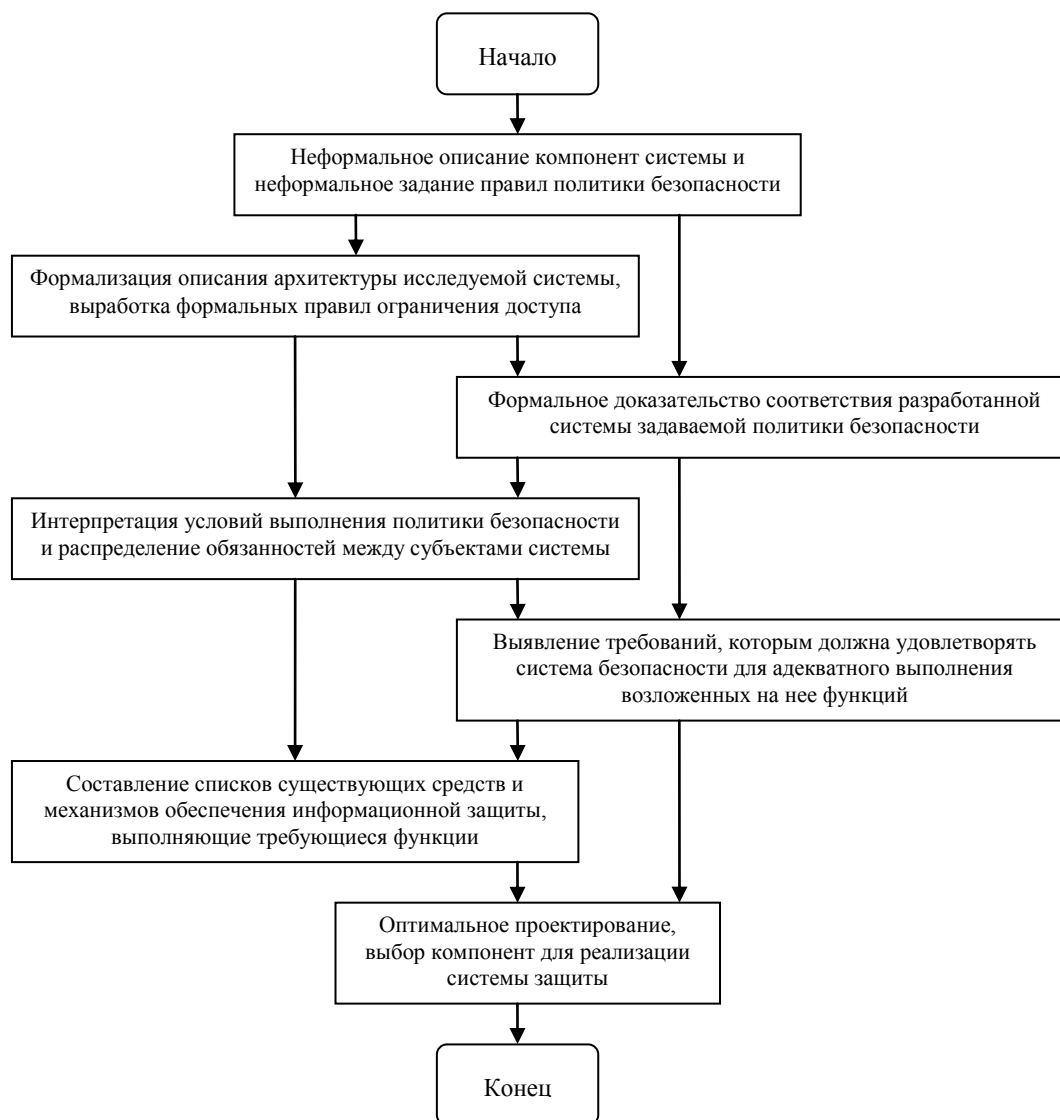


Рисунок 1 - Блок схема общего алгоритма построения системы защиты электронной платежной системы [2].

Поскольку Интернет одновременно является и чрезвычайно эффективным коммуникативным средством и средой, вызывающей достаточно большое недоверие у пользователей, безопасность электронных платежей является весьма серьезным критерием успеха конкретной системы и использующего ее электронного бизнеса. Важно, чтобы при любой реализации в системе не



оставалось плохо защищенных участков, способных привести к крупномасштабному мошенничеству. Поэтому основными требованиями по безопасности являются:

1. исключения возможности списания средств с аккаунта плательщика третьими лицами;
2. обеспечение возможности легитимного подтверждения плательщиком перед третьими лицами (например, судом) факта совершения платежа, его получения получателем и назначения данного платежа (например, получения товара надлежащего качества);
3. обеспечение возможности легитимного подтверждения получателем перед третьими лицами факта получения платежа и его назначения;
4. обеспечение возможности легитимного подтверждения эмитентом факта проведения всех авторизованных транзакций по данному аккаунту действительным владельцем данного аккаунта;
5. обеспечение гарантий, что перемещаемая с аккаунта сумма не будет украдена в момент передачи и попадет точно и исключительно по назначению;
6. исключение возможностей подделки квитанций эмитента пользователям;
7. обеспечение разрешения всех спорных вопросов между эмитентом и пользователями исключительно электронным образом с помощью сообщений с цифровой подписью;
8. обеспечение возможности разрешения спорных вопросов между пользователями без участия эмитента; система в целом должна быть устойчива к мошенническим действиям, в том числе - в случае форс-мажорных обстоятельств[3].

Таблица 1

Сравнительная таблица надежности платежных систем [4]

Характеристика	WebMoney	«Яндекс.Деньги»	CyberPlat	E-port
Аутентификация с использованием токенов	Есть	Нет	Нет	Нет
Многофакторная аутентификация	Пароль + файл-ключ	Пароль + программа-кошелек	Нет	Нет
Шифрование	Алгоритм типа RSA, ключ 1024 бита	Алгоритм RSA, ключ 1024 бита	Алгоритм RSA, ключ 512 бит	Технология SSL 3.0, ключ от 40 до 128 бит
Наличие SMS-сервиса	Есть	Нет	Нет	Есть
Возможность перевода средств между частными клиентами	Есть	Есть	Нет	Нет
Анонимность частных клиентов	Есть	Есть	Нет	Есть
Система blacklist	Есть	Нет	Нет	Нет
Дополнительные средства защиты от мошенников	Аттестация, арбитраж	Нет	Нет	Нет

### Вывод

Решение проблемы информационной безопасности электронных платежных систем является наиболее важной составляющей обеспечения экономической безопасности электронного бизнеса. Выбор механизмов, которые реализуют данные функции безопасности, осуществляется с использованием методов оптимального проектирования. Подобное решение задачи позволяет экономически эффективно построить систему защиты определенного уровня, предоставляет возможность учесть различные ограничения, вводимые разработчиком или заказчиком системы.

### Список использованной литературы

1. Головеров Д.В., Кемрадж А.С. и др. Правовые аспекты использования Интернет-технологий. М.: Книжный мир, 2008.
2. Деднев М. А., Дыльнов Д. В., Иванов М. А. Защита информации в банковском деле и электронном бизнесе. – М.: ИД КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004.- 512с.
3. <http://www.ram.ru/> - сайт российской ассоциации маркетинга (РАМ).
4. <http://www.e-commerce.ru/> - Интернет-ресурсы информационно-консалтингового центра по электронному бизнесу.
5. <http://www.e-management.ru/> - консультационный центр развития электронного бизнеса.

## БАЗА ПРАВИЛ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ ВИБОРУ МЕТОДУ МОДУЛЯРНОГО ЕКСПОНЕНЦІЮВАННЯ

Дубчак Л.О.

*Тернопільський національний економічний університет, аспірант*

### I. Постановка проблеми

Для сучасних розподілених комп'ютерних мереж, побудованих за схемою Клієнт-Сервер, найнебезпечнішою залишається атака часового аналізу [1].

Захист інформації при передачі пакетів даних здійснюється, в основному, за рахунок застосування асиметричних криптоалгоритмів типу RSA, основною операцією в яких є модулярне експоненціювання. Вибір оптимального методу модулярного експоненціювання відносно поточних умов та можливостей системи захисту інформації є актуальною задачею.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є розробка бази правил для побудови нечіткої системи вибору методу модулярного експоненціювання, стійкого до часового аналізу.

### III. База правил для побудови нечіткої системи

Схема нечіткої системи вибору методу модулярного експоненціювання зображена на рисунку 1. В ній враховується необхідний рівень продуктивності та стійкості до часового аналізу, а також затрати пам'яті сервера, який здійснює передачу захищеної інформації.



Рисунок 1 – Нечітка система вибору методу модулярного експоненціювання

В загальному нечіткий висновок досліджуваної системи вибору будується за принципом Мамдіні [2]. Якщо продуктивність та стійкість до часового аналізу задані нечіткими множинами «висока», «середня» та «низька», а затрати пам'яті – «малі», «середні» та «великі», то база правил складається з 74 правил типу «if-then». Нечіткий висновок досліджуваної система вибору методу модулярного експоненціювання може моделюватися засобами Fuzzy Logic Toolbox середовища MATLAB (рисунок 2).

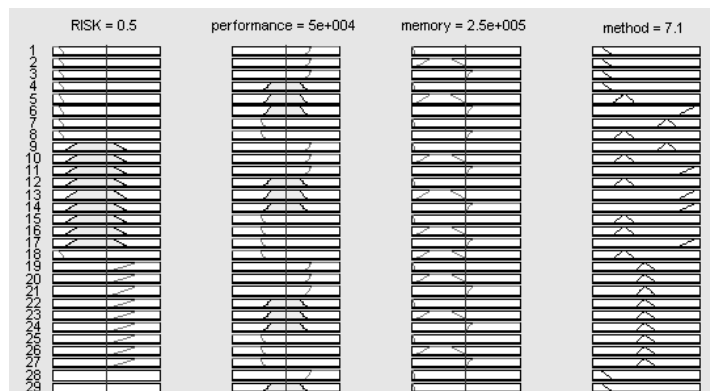


Рисунок 2 – Нечіткий висновок системи вибору методу модулярного експоненціювання

### Висновок

У роботі розроблено і досліджено базу правил нечіткої системи вибору методу модулярного експоненціювання.

### Список використаних джерел

1. Cathalo J., Koeune F., Quisquater J.-J. A New Type of Timing Attack: Application to GPS.// CHES'2003. - P. 291-303.
2. С.Д.Штовба "Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику" <http://www.matlab.ru/fuzzylogic/book1/index.asp>

## АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ СТЕГANOГРАФІЧНИХ СИСТЕМ В МОДЕЛЯХ ПАСИВНОГО ТА АКТИВНОГО СУПРОТИВНИКІВ

Касянчук М.М.<sup>1)</sup>, Квасниця О.В.<sup>2)</sup>, Самарик П.С.<sup>3)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> к.ф.-м.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр; <sup>3)</sup> завідувач лабораторією*

### І. Постановка проблеми

На сьогодні цифрова стеганографія є досить наукоємкою дисципліною, інструментами для розвитку якої є методи теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії швидких ортогональних перетворень, теорії апроксимації, теорії кодування, теорії складності, теорії похибок, цифрової обробки сигналів та зображень тощо. Разом з тим, зважаючи на її молодість, чимало проблем поки що знаходяться на початковій стадії свого вирішення.

Зокрема, мало уваги було присвячено аналізу стійкості запропонованих алгоритмів до різних атак та моделей активного та пасивного супротивників. Іншою важливою вимогою до стеганосистем є «непомітність» вбудованого повідомлення, для забезпечення якого спотворення, що вносяться у контейнер під час приховування в ньому інформації, повинні бути мінімальними, але забезпечувати при цьому необхідну стійкість до певних видів атак.

Крім того, на даний час не виявлено стеганографічних алгоритмів, що поєднують у собі відповідно високі стійкість та пропускну здатність за прийнятною обчислювальною складністю своєї реалізації.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є системний аналіз стійкості різних стеганографічних систем при умові існування активного та пасивного супротивників.

### III. Аналіз стійкості стеганографічних систем в моделях пасивного та активного супротивників

У роботі проаналізовано структури стеганографічних систем та здійснено системний аналіз методик оцінки їх стійкості, що дає змогу робити обґрунтований вибір типу стеганографічного перетворення в моделях пасивного та активного супротивників. Розроблено алгоритм побічної стеганографії в моделях активного і пасивного супротивників, який має більшу стійкість до стеганоаналізу.

Показано, що при організації стеганографічного каналу передачі інформації отримані у роботі результати дозволяють обґрунтовано вибирати параметри алгоритму Коха–Жао, які забезпечують необхідний рівень стійкості системи одночасно з максимально можливою «непомітністю» вбудованого повідомлення.

Для наочної демонстрації отриманих результатів побудовано узагальнені структурні моделі стеганографічних перетворень інформації з урахуванням пасивних і активних стеганоаналітичних атак. Розроблено методи адаптивного вбудовування даних у сегменти зображень з використанням поліноміальних моделей та показано їх переваги в порівнянні з існуючими. Наведено практичні рекомендації по вибору відповідного параметра алгоритму Коха–Жао із заданою стеганографічною стійкістю до компресії контейнера. Зокрема, прийнятне значення параметра  $P$  алгоритму Коха–Жао перебуває в діапазоні  $5 \leq P \leq 55$ . Якщо  $P < 5$ , то повідомлення руйнується при найменшому стиску контейнера. Якщо  $P > 55$ , то видимі спотворення, внесені при вбудовуванні інформації в контейнер, надмірно великі. У випадку прийнятних значень параметра  $P$  алгоритм Коха–Жао може забезпечити стійкість до компресії контейнера з коефіцієнтом стиску  $\alpha \geq 6$  при повній відповідності відновленого повідомлення або частковому його руйнуванні. Якщо потрібна стійкість до компресії контейнера з коефіцієнтом стиску  $\alpha \leq 5$ , то алгоритм Коха–Жао непридатний.

### Висновок

У роботі здійснено аналіз стійкості різних стеганографічних систем при умові існування активного та пасивного супротивників.

### Список використаних джерел

1. Конахович Г.Ф. Компьютерная стеганография. Теория и практика / Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. – К.: МК–Пресс, – 2006. – 288 с.

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РИСКОВ

Супонина А.О.<sup>1)</sup>, Штанько Е.И.<sup>2)</sup>, Губенко Н.Е.<sup>3)</sup>

*Донецкий национальный технический университет*

<sup>1,2)</sup> студенты, <sup>3)</sup> к.т.н., доцент

### I. Постановка проблемы

Учет информационных рисков является основополагающим этапом при построении системы защиты любой организации, что делает тему данной статьи актуальной сегодня и в будущем. К примеру, в результате недоработки функционирования системы безопасности банка, риск возможного возникновения финансовых потерь увеличивается во много раз.

### II. Цель работы

Чтобы раскрыть тему данной статьи необходимо решить задачи связанные с определением существующих рисков, проведением сравнительного анализа качественных и количественных методов управления информационными рисками, определением их преимуществ и недостатков.

### III. Особенности оценки информационного риска

Под риском реализации угрозы информационной безопасности предприятия понимается вероятность свершения события, ведущего к нарушению режима его функционирования и экономическому ущербу. С оценкой степени риска связывается получение вероятностной оценки экономического ущерба, который может понести защищаемое предприятие в случае реализации информационной угрозы его безопасности.

Для определения способа оценки рисков следует выявить, какие риски существуют на данный момент времени. Это поможет в дальнейшем избежать неблагоприятных действий злоумышленников и сократить вероятность этого события.

В зависимости от сферы возникновения источников угроз в банке существуют следующие типы рисков: внутренние, внешние и комбинированные. К внутренним рискам относят технологический риск, а также риск, связанный с использованием информационных технологий, нежелательным состоянием автоматизированных систем банка; риск персонала, связанный с недостаточной квалификацией. Внешний риск связан с противоправными действиями извне (несанкционированное проникновение в электронные системы банка). Из-за несоответствия законодательным актам внутренних нормативных документов банка возникает правовой риск или комбинированный риск [1].

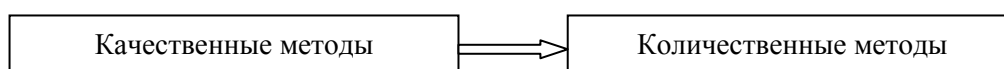


Рисунок 1 – Анализ информационных рисков

Существует два основных способа оценки информационных рисков: качественные и количественные.

Рассмотрим количественный метод, который позволит нам посчитать меру риска. С помощью этого метода можно с заданной точностью сказать о необходимых средствах и мерах защиты, а также о степени экономии денежных средств при их внедрении. Количественный учет угроз, исходящих из различных источников, производят применительно к потенциальным каналам несанкционированного распространения конфиденциальной информации, каждый из которых понимается как вариант несанкционированного доступа к ней. Поэтому целесообразность организации защиты конфиденциальной информации будет определяться размерами потенциального ущерба, причиняемому предприятию утечкой конфиденциальной информации по каналам несанкционированного доступа. Формула расчетов приведена ниже:

$$I = k * L \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий допустимую величину затрат на организацию защиты конфиденциальной информации в долях от величины потенциального ущерба или упущенной выгоды (от 0,05 до 0,2).  $I$  – это затраты на организацию защиты конфиденциальной информации.

Потенциального ущерба, упущенная выгода предприятия от использования конфиденциальной информацией  $L$ . Но если невозможно определить параметр  $L$ , его заменяют на пропорциональную величину прибыли.

Цель анализа риска состоит в выборе такой политики предприятия, которая позволит ему построить и реализовать оптимальный вариант собственной службы безопасности[2].

Качественная оценка рисков - процесс представления качественного анализа идентификации рисков и определения рисков, требующих быстрого реагирования. То есть это оценка условий возникновения рисков, таких как угрозы (субъект атаки на систему), уязвимости (обстоятельства, которые ослабляют систему перед атаками) и защитные мероприятия (системы, люди). Чаще всего используется основанные на субъективной оценке ожидаемых параметров деятельности. Его основная задача состоит в определении факторов риска, выявлении направлений деятельности и этапов, на которых может возникнуть риск. А так же, качественный анализ предполагает описание возможного ущерба, его стоимостной оценки и мер по снижению или предотвращению риска

Но качественный метод расчета рисков является более субъективным, то есть он позволяет рассмотреть все возможные рискованные ситуации и описать все многообразие рисков, но получаемые при этом результаты оценки часто обладают не очень высокой объективностью и точностью.

Качественный подход, не позволяющий определить численную величину риска инвестиционного проекта, является основой для проведения дальнейших исследований с помощью количественных методов, широко использующих математический аппарат теории вероятностей, математической статистики, теории исследования операций.

Формула, которая используется при расчете рисков, представлена в виде произведения трех параметров: стоимость ресурса, мера устойчивости ресурса к угрозе, оценка вероятности реализации угроз:

$$ALE = AV * EF * ARO \quad (2)$$

Величина  $AV$ - стоимость ресурса, характеризующая его стоимость, часто ранжируется в диапазоне от 1 до 3, где 1 – это минимальная стоимость ресурса, 2 – средняя стоимость ресурса, 3 – максимальная стоимость ресурса. По отношению к банку, его автоматизированная система, к примеру, имеет  $AV=3$ , а отдельный информационный киоск, предназначенный для обслуживания клиента –  $AV=1$ .

Параметр  $EF$  – мера устойчивости ресурса к угроз. На сколько вероятна реализация определенной угрозы за определенный период времени показывает оценка угрозы  $ARO$ . Эти два параметра так же как и первый ранжируются от 1 до 3, от низкой до высокой соответственно[3]. Для расчета итоговых ожидаемых потерь от угрозы  $ALE$  используем формулу (2).

### Вывод

Сравнение подходов, их плюсов и минусов многократно приводилось, но при этом, как правило, упускался тот факт, что при сравнении подходов наглядность, простота использования, удобство - это важные, но второстепенные критерии. Учитывая, что назначением анализа рисков является обоснование выделения финансовых средств на меры по обработке рисков, основным критерием должна быть степень полезности результатов для обоснования таких вложений.

Таким образом, с одной стороны, качественные методы просты для понимания и использования, с другой - качественные методы не позволяют дать конкретную оценку, насколько выгодно применение комплекса контрмер и выгодно ли вообще. Действительно, разница в ущербе, например, между высоким и средним уровнем риска не очевидна. Если существует ряд внешних угроз с высоким уровнем возможного ущерба, то качественный анализ не дает обоснованного ответа на вопрос. Несмотря на распространенность качественных методов и построенных на них систем, таких как OCTAVE, RiskPAC, RA2, PPro Audit Advisor и им подобных, они фактически не дают ответа на вопрос как и насколько можно снизить затраты.

### Список использованных источников

1. «Народ» Электронный ресурс. Режим доступа к статье: [http://sedok.narod.ru/inv\\_risk\\_calc.html](http://sedok.narod.ru/inv_risk_calc.html) - Оценка информационного риска проекта. Бессонов Д.А.
2. «Амулет» Электронный ресурс. Режим доступа к статье: <http://www.amulet-group.ru/page.html?id=30> –Страхование информационных рисков как метод защиты информации. Д.Дьяконов.
3. «Сит форум» Электронный ресурс. Режим доступа к статье: <http://www.citforum.u/security/articles/risk> – Методики и технологии управления информационными рисками. С. Петренко, С. Симонов.

## МОДЕЛЬ ЗАГРОЗ ТА АНАЛІЗ ЗАХИЩЕНОСТІ ПРОТОКОЛУ SSL/TLS ВІД КРИПТОАНАЛІТИЧНИХ АТАК

Якименко І.З.<sup>1)</sup>, Бабюк Д.В.<sup>2)</sup>, Гнатишин Ю.А.<sup>3)</sup>

Тернопільський національний економічний університет,

<sup>1)</sup> к.т.н.; <sup>2)</sup> магістр; <sup>3)</sup> ст. лаборант

### І. Постановка проблеми

На даний час під Web–транзакцією розуміється потік даних у глобальному середовищі Internet, більша частина інформації в якому передається за допомогою SSL/TLS–протоколу. Тому розгляд питань, пов'язаних з безпекою Web–транзакцій, є досить актуальною задачею. Знаючи принцип роботи даного протоколу та існуючі атаки, можна забезпечити потрібний захист даних, які передаються.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є побудова моделей загроз і розробка методів захисту для Web–транзакції, в яких використовуються стандартні протоколи TLS\SSL.

### III. Модель атаки посередника на протоколу TLS\SSL та методи її запобігання

Атака «посередника» (man-in-the-middle) передбачає участь у комунікаційній сесії трьох суб'єктів: клієнта, сервера і посередника–зловмисника, що знаходиться між ними. Таке становище дозволяє зловмисникові перехоплювати всі повідомлення, які прямують в обох напрямках, і при бажанні підміняти їх.

«Посередник» видає себе сервером для клієнта і клієнтом для сервера. Для моделювання та реалізації даної атаки повинні бути такі вхідні дані: клієнт, сервер і зловмисник знаходяться в одній мережі; є програми–шкідники (Snifer, Nmap (Win), WinNuke, Smurf); обмін ключами ведеться по мережі. Схема атаки наведена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Схема атаки посередника на протокол SSL/TLS

Щоб запобігти даній атаці під час діалогу про встановлення безпечного з'єднання з сервером необхідно надати сертифікат, який підписаний сертифікаційним центром. У цьому сертифікаті розміщується загальнодоступний ключ сервера, його ім'я та ім'я емітента сертифікату. Клієнт верифікує підпис сертифіката, а потім перевіряє ім'я емітента. Якщо посередник надає підроблений сертифікат, то він не пройде перевірку підпису, так як зловмисник не може знати секретного ключа сервера. Оскільки зловмисник не може згенерувати довірений сертифікат, то цю атаку легко виявити (в браузері буде з'являтися повідомлення про помилку).

### Висновок

У роботі побудовано модель загроз для атаки посередника і запропоновано методи захисту для Web–транзакції, в яких використовуються стандартні протоколи TLS\SSL.

### Список використаних джерел

1. Васильєв Г.А. Политика безопасности при работе в Internet / Г.А.Васильєв. – СПб: Питер, 1997. – 848с.
2. Мартин Дж. Об Internet и о безопасности / Дж.Мартин. – М.: Мир, 2000. – 608с.

## ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ВІРУСУ STUXNET

**Руденко О.Я.**

*Національний університет «Острозька академія», студентка*

Stuxnet – це новий вірус, руткіт, що заражає комп'ютери із встановленою операційною системою (ОС) Microsoft Windows [7]. Вперше шкідливе програмне забезпечення (ПЗ) виявила білоруська антивірусна програма VirusBlokAda у червні 2010 року [5]. Відповідно до висновків співробітників вірус пошкоджує не лише комп'ютери звичайних користувачів, але і промислових систем, що управляють автоматизованими виробничими процесами.

Stuxnet використовує чотири недоліки Microsoft Windows:

- вразливість «нульового дня» (zero-day);
- дуже велике навантаження на апаратну частину комп'ютера при використанні усіх зручностей цієї ОС;
- неповна багатфункціональність (одночасно можуть виконуватися лише 4-5 об'ємних за розміром додатки. Якщо некоректна робота одного із них приведе до руйнування системних файлів, то Windows працюватиме зі збоями);
- критичність часу: неможливість застосовувати ОС для обробки сигналів, що надходять ззовні, у реальному масштабі часу. У цьому випадку Windows просто «зависне».

### Поширення

Слабкі сторони Windows лише сприяють особливому механізму поширення руткіту за допомогою USB-flash накопичувачів. Використання справжніх цифрових підписів (Realtek та JMicron) дозволило уникнути захисну дію антивірусних програм. Нова вразливість дозволяє завантажувати будь-яку DLL-бібліотеку як тільки користувач відкриє вміст флеш-накопичувача. Разом із шкідливим .DLL-файлом є .LNK-файл. Який на перший погляд є звичайним ярликом. Проте його відображення у Microsoft Windows чи Total Commander автоматично виконує .DLL-файл, що знаходиться поруч. Після цього можна вважати, що Stuxnet потрапив у комп'ютер.

### Встановлення

Вірус копіює файл, що його виконує, як %System%\drivers\mrxccls.sys. Для автоматичного запуску наступного старту системи вірус створює ключ реєстру служби:

```
[HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\MRxCls]
"Description"="MRXCLS"
"DisplayName"="MRXCLS"
"ErrorControl"=dword:00000000
"Group"="Network"
"ImagePath"="\\?\%System%\Drivers\mrxccls.sys"
"Start"=dword:00000001
"Type"=dword:00000001
```

Створює файл %System%\drivers\mrxnet.sys розміром 17400 байт, що визначається як Rootkit.Win32.Stuxnet.b. Крім того, вірус створює файли, які містять його код і дані у зашифрованому вигляді:

- %windir%\inf\mdmcpq3.pnf (4633 байт);
- %windir%\inf\mdmeric3.pnf (90 байт);
- %windir%\inf\oem6c.pnf (323848 байт);
- %windir%\inf\oem7a.pnf (498176 байт).

Загальний розмір вірусу – 26616 байт. Вразливість починає проявлятися тоді, коли користувач пробує переглянути вміст кореня змінного носія файловим менеджером, з опцією відображення позначень файлів. Після цього Stuxnet активується і негайно приховує власні шкідливі файли [6].

### Деструктивна дія

Stuxnet призначений для внесення шкідливого коду (inject) у процеси користувацького режиму. Тому вірус завантажує динамічну бібліотеку DLL у системні процеси в (svchost.exe, services.exe, lsass.exe), а потім створює бібліотеки іменами виду (kernel32.dll.aslr., shell32.dll.aslr.).

Впроваджуваний код міститься у файлі %WinDir%\inf\oem7A.PNF у зашифрованому вигляді. Саме він і є основним функціональним елементом шкідливого програмного забезпечення, що дає можливість поширення Stuxnet на змінних носіях, а також збір різних даних про роботу системи.

Маючи список комп'ютерів у локальній мережі, вірус перевіряє, чи запущений хоча б на одному із них Microsoft SQL сервер. Якщо такий сервер виявлений, вірус постарается підключитися до бази даних, використовуючи ім'я користувача і пароль WinCCConnect/2WSXcder. Інформація збирається з файлів з такими розширеннями: \*.S7P, \*.MCP, \*.LDF. пошук необхідних файлів здійснюється на всьому жорсткому диску комп'ютера. Зібравши потрібні дані, рулкіт відправляє їх за допомогою Інтернет на сервери зловмисників у зашифрованому вигляді. Файл цього вірусу підписаний цифровим підписом Realtek Semiconductor Corp [4].

Для того, щоб уникнути або хоча б зменшити ризик зараження вірусом, варто посилити контроль мережного доступу до комп'ютерів, підтримувати актуальну версію антивірусного програмного забезпечення, мінімізувати використання комп'ютерів неперевірених USB-носіїв.

### Список використаних джерел

1. Безопасность SCADA: Stuxnet – что это такое и как с ним бороться? [Электронный ресурс] / П. Волобуев. – Режим доступа : URL. <http://www.securitylab.ru/analytics/400024.php>. – Название с экрана.
2. За червём Stuxnet и впрямь стояли израильские спецслужбы [Электронный ресурс] / Д. Целиков. – Режим доступа : URL. <http://soft.compulenta.ru/587637/>. – Название с экрана.
3. Кивино гнездо: Боевой червь Stuxnet [Электронный ресурс] / Б. Киви. – Режим доступа : URL. <http://www.computerra.ru/own/kiwi/564744/>. – Название с экрана
4. Официальное письмо Siemens о вирусе Stuxnet с комментариями [Электронный ресурс] / С. Михайлин. – Режим доступа : URL. <http://housea.ru/index.php/pulse/16012>. – Название с экрана.
5. Шпионский ярлык: история трояна Stuxnet [Электронный ресурс] / А. Синцов. – Режим доступа : URL. <http://хакер.ru/post/53950/>. – Название с экрана.
6. Rootkit.Win32.Stuxnet.a [Електронний ресурс]. – Режим доступа : URL. <http://www.securelist.com/ru/descriptions/15071647/Rootkit.Win32.Stuxnet.a#doc1>. – Назва з екрану.
7. Stuxnet и промышленная безопасность [Электронный ресурс] / А.В Фрейдман. – Режим доступа : URL. <http://www.phocus-scada.com/rus/pub/Stuxnet&IndustrialSecurity.html#Тoc41>. – Название с экрана.



## Секція 9. Інформаційно-аналітичне забезпечення економічної діяльності

УДК 331.108

### ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ КАДРОВОЮ СЛУЖБОЮ ПІДПРИЄМСТВА

Білоусов І.А.<sup>1)</sup>, Цимбалюк О.М.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> студентка*

Здійснення зовнішньоекономічної діяльності підприємством, випуск продукції, яка була б конкурентоспроможною на ринках, залежить не тільки від технічного оснащення підприємства, наявності сучасних технологій, чітко поставленої системи контролю якості продукції, маркетингових досліджень ринкового середовища та послідовного впровадження концепції просування товарів на ринку, а й від кваліфікації співробітників підприємства, ефективного управління персоналом. Управління персоналом набуває дедалі більшого значення як чинник підвищення конкурентоспроможності підприємства, досягнення успіху у реалізації його стратегії розвитку.

Управління персоналом можна визначити як діяльність, що спрямована на досягнення найефективнішого використання працівників для досягнення цілей підприємства та особистісних цілей. Перші, традиційно, пов'язуються з забезпеченням ефективності підприємства. Причому ефективність іноді розуміється у вузькому значенні - як отримання максимального прибутку. Однак дедалі частіше ефективність розглядається не тільки в економічному плані - як економічність, якість, продуктивність, нововведення, прибуток, а і в більш широкому контексті й пов'язується з такими поняттями особистісного, психологічного плану, як задоволеність співробітників своєю працею, участь у трудовому колективі підприємства, високий рівень самооцінки колективу, мотивація персоналу до ефективної праці.

Критерій підбору і селекції персоналу. Ринкова економіка характеризується наявністю не тільки ринку товарів чи послуг, але і ринку праці. Безробіття у країнах ринкової економіки, з соціальної точки зору, є суттєвим недоліком і питання працевлаштування у деяких країнах висувається на головну життєву проблему. Однак, якщо розглядати це питання з точки зору суб'єктів господарської діяльності, то чим вищий рівень безробіття, тим легше впроваджувати згаданий вище критерій при управлінні кадрами. Складність побудови кадрової політики за цим критерієм обернено пропорційна величині безробіття.

Критерій підготовки кадрів, підвищення кваліфікації, ротації, винагородження і просування. Використання цього критерію вимагає певних зусиль та засобів, адже стратегія управління кадрами полягає у формуванні системи підбору персоналу, який відповідав би вимогам підприємства. Така система базується на розроблених анкетних питаннях і психологічних тестах, а при прийомі на роботу повинен бути пункт в угоді, котрий визначав би випробувальний термін або прийом на посаду як виконуючого обов'язки протягом певного строку.

Другим пунктом стратегії управління кадрами повинна бути система пріоритетних напрямків підготовки персоналу з прив'язкою до нових умов функціонування структури. Ця система мала б охоплювати належні напрямки професійної підготовки, прищеплення нових поглядів в оцінці теперішніх і майбутніх цінностей. При цьому наголос повинен бути поставлений на формуванні сприятливого клімату у структурі і на відношенні до споживачів типу: "клієнт завжди має рацію". Окрім того, повинна формуватися у співробітників переконлива віра у перспективне майбутнє структури.

Управління трудовими ресурсами характеризується великими обсягами інформації, яку належить обробити і спроектувати складними інформаційними зв'язками між рівнями і функціями управління. На нашу думку структуру управління персоналом умовно можна зобразити так, як представлено на рисунку 1.

Наступним пунктом стратегії повинна бути розробка системи оцінки праці на підставі нових критеріїв. З цією метою потрібно чітко визначитися як і за якою шкалою оцінювати працю працівників згідно з такими вимогами:

- всебічна ерудиція працівника поряд з високим професійним рівнем та із вільним володінням хоча б двома іноземними мовами;
- відношення працівника до споживача: інтелігентність у стосунках з дійсним та потенційним клієнтом;
- задоволення бажань клієнта;

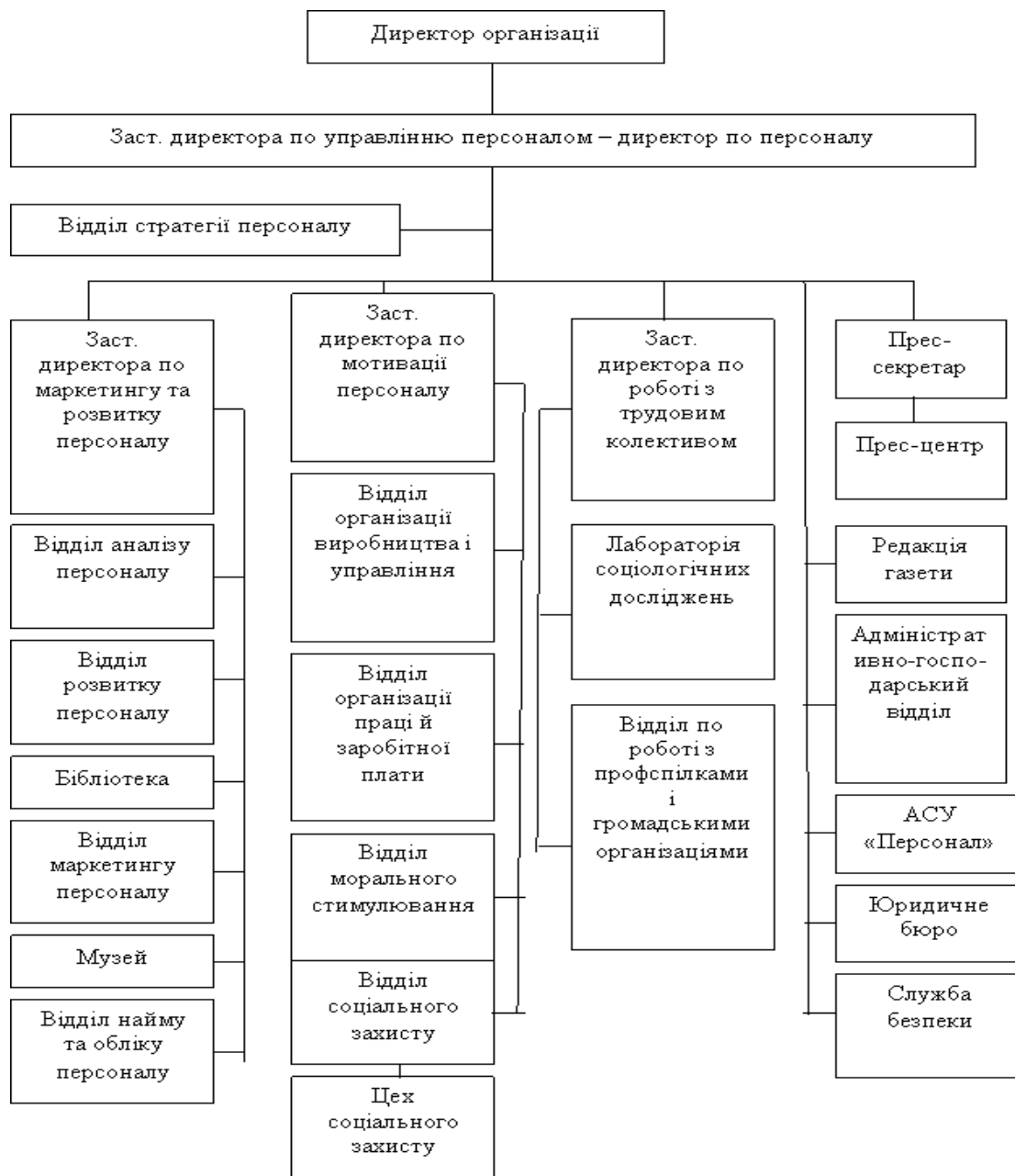


Рисунок 1 - Схема сучасної організаційної структури системи управління персоналом великої організації

- передбачення можливих бажань клієнта;
- відношення працівника до своєї фірми;
- патріотизм по відношенню до фірми;
- рівень виконання службових обов'язків;
- активність у пошуку нових ідей при виконанні службових обов'язків;
- інші індивідуальні послуги для фірми.

Така стратегія управління персоналом повинна проводитися шляхом навчання персоналу, здійснення постійного контролю та оцінки праці колективу підприємства. Оцінка праці є підставою для посадового просування працівника, і від того, як вдало цей пункт буде виконуватися, настільки ефективно функціонуватиме підприємство. Рівень роботи з персоналом не відповідає сьогодні завданням кардинальної перебудови управління економікою, проведення в життя активної соціальної і кадрової політики. В практику кадрових служб слабо впроваджуються наукові методи оцінки, розставляння і підготування кадрів із використанням результатів соціологічних і психологічних досліджень. Суттєво впливає на роботу кадрових служб і недостатній рівень організаційно-правової і соціально-психологічної культури робітників по кадрах.

## РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ВИПУСКУ ПЕРІОДИЧНИХ ВИДАНЬ

**Білоусов І.А.<sup>1)</sup>, Левчак А.С.<sup>2)</sup>**

*Тернопільський національний економічний університет*  
<sup>1) к.т.н., доцент; <sup>2) магістр</sup></sup>

Результативність видавництва залежить від обсягу, своєчасності та якості використовуваної інформації, яка є впорядкованим повідомленням про кількісний та якісний стан речей чи явищ, сукупність даних і знань про них. Для одержання, опрацювання, збереження і використання інформації витрачаються праця і матеріальні ресурси. Тому інформація має, крім споживної цінності, ще й вартість, яка повинна відшкодовуватися сторонніми її користувачами.

Інформація повинна бути корисною для потреб управління. Збирати треба не будь-яку інформацію, а ту, яка буде необхідна для певних суб'єктів з метою вирішення конкретних аналітичних завдань, тобто вона повинна бути адресною. Витрати на її збір повинні порівнюватися з ефектами її використання.

Формування інформаційної бази на видавництві проводиться у відповідності з певними вимогами, а саме: достовірність інформації, достатність її обсягу, своєчасність передачі і представлення та естетичність.

Небажаний також надлишок інформації, оскільки збільшуються витрати на збір і опрацювання непотрібних даних, що приводить до зростання загальних витрат на управління, продовжується період створення інформаційної бази, а це, в свою чергу, викликає запізнення у прийнятті необхідних управлінських рішень.

Інформація, що використовується на видавництві повинна бути грамотна, охайна, привабливо відображена на матеріальних носіях. Слід зазначити, що культура складання річного звіту, як джерело інформації є неабияким способом реклами діяльності видавництва. Від того на скільки грамотно і охайно він складений, залежить успіх видавництва в діловому світі.

Інформація, що використовується у процесі планування, повинна відповідати обов'язковим вимогам щодо її якості. Такими вимогами є: своєчасність; достовірність; достатність; надійність (з певним рівнем ризику); комплексні системи інформації (стосовно товару, конкурентів тощо); адресність; правова коректність інформації; багатократність використання; висока швидкість збирання, обробки та передавання; можливість кодування; актуальність інформації.

Слід підкреслити, що тільки завдяки комп'ютеризації видавництва забезпечується дійсна оперативність і доступність інформації. Комп'ютерні технології вносять також суттєві зміни у зміст і методику вирішення аналітичних завдань на видавництві. Висока швидкість виконання розрахункових та логічних операцій дає змогу обробляти великі обсяги аналітичної інформації та дуже плідно й своєчасно використовувати її в управлінні видавництва.

Управління поліграфічними роботами передбачає забезпечення виробництва і реалізації поліграфічної продукції згідно замовлень споживачів. Основну роль при цьому відіграє оплата за надані послуги і виготовлену продукцію.

При створенні прайс-листа до уваги беруться як форма розрахунку за отримвану продукцію, так і обсяги замовлення. Тобто в сучасних економічних умовах велике значення має швидкість обертання коштів і через це ціна за одиницю тим менша, чим більші обсяги. Тому при складанні прайс-листа ціни на продукцію вказуються у відповідності до кількості замовлюваної продукції.

Виходячи з опису розв'язку задачі можна зробити висновок, що ручна технологія розв'язання є досить трудомісткою. Аналізуючи спосіб вирішення задачі, можна зробити висновок, що однією з причин такої високої трудомісткості є значне дублювання інформації. Велика кількість операцій, виконуваних вручну, приводить до зниження достовірності даних.

Недоліками існуючого способу обробки інформації є: велика трудомісткість, низька достовірність результатів, низька оперативність, недосконалість процесів збору, передачі та реєстрації інформації.

При дослідженні предметної області виділено первинні документи, що використовуються для розв'язку задачі: Замовлення, Наказ на знижки споживачу, Наказ на знижки на продукцію, Накладна, Платіжне доручення, Квитанція на оплату.

Для розв'язку задачі передбачено формування таких результуючих документів: Відомість прийнятих замовлень, Відомість виконаних робіт, Відомість аналізу виконання замовлень, Відомість стану розрахунків.

### Список використаних джерел

1. Никольская Э.В. «Технико-экономический анализ хозяйственной деятельности полиграфического предприятия» М. Изд-во МГАП Мир книги 1995 -438 с.

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЛАНУВАННЯ РЕКЛАМНИХ ЗАХОДІВ ПІДПРИЄМСТВА

Гетьман О.М.<sup>1)</sup>, Земба Р.Р.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

<sup>1)</sup> викладач; <sup>2)</sup> студентка

Процес проведення рекламної кампанії характеризується великими обсягами інформації, яка підлягає обробці, складними інформаційними зв'язками між кожним етапом рекламної кампанії. Все це потребує спеціальних методів збирання та обробки інформації, здійснення яких не може бути ефективним без застосування статистичних, економіко-математичних методів, засобів обчислювальної техніки та створення інформаційних систем цієї предметної області.

Інформаційні підсистеми з управління рекламною діяльністю мусять мати інформаційні зв'язки з іншими інформаційними системами підприємства для отримання внутрішньої оперативної, нормативної та регламентної інформації, а також зв'язки із зовнішнім середовищем для отримання автоматизованим шляхом інформації з глобальних мереж. Схему інформаційних зв'язків автоматизованих робочих місць інформаційної підсистеми з управління рекламою з АРМ інших відділів та із зовнішнім середовищем наведено на рисунку 1.

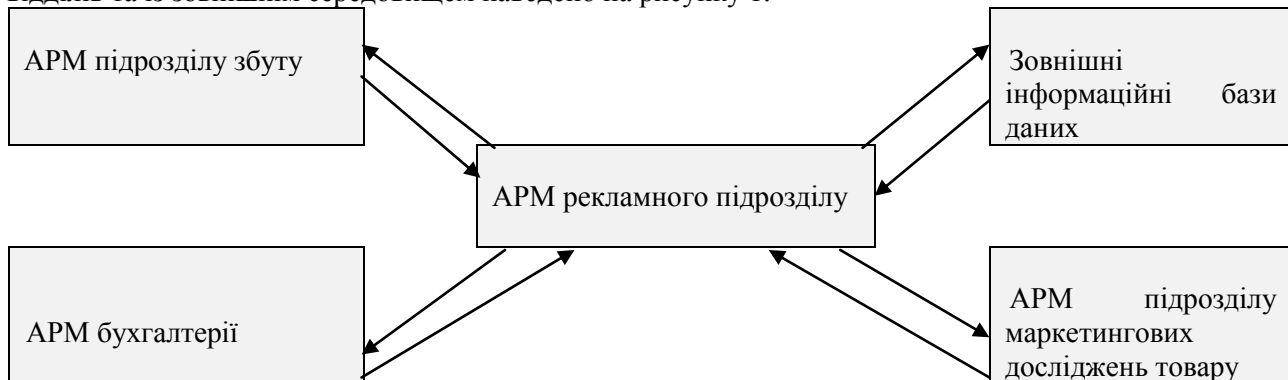


Рисунок 1 - Інформаційні зв'язки АРМ рекламного відділу з автоматизованими робочими місцями інших підрозділів та із зовнішнім середовищем

З АРМ підрозділу збуту передається інформація про динаміку збуту за періоди: перед рекламною кампанією, під час рекламної кампанії та після її закінчення. Ці дані надходять у вигляді структурованих файлів і використовуються для аналізу ефективності рекламних заходів. У відділі збуту передаються текстові файли, що містять інформацію щодо позиціонування товару.

Пропонується при створенні інформаційної системи планування рекламних заходів скористатися засобами особистого проектування. Це дозволяє реалізувати одержання результатної інформації у всіх необхідних користувачам формах.

Для досягнення поставленої мети слід:

- розробити екранні форми для вводу даних у відповідні файли;
- розробити математичне забезпечення;
- розробити вхідні довідкові, оперативні і результативні файли;
- розробити результуючі документи;
- розробити інтерфейс користувача з інформаційною системою;
- розробити схему даних;
- розробити алгоритм та здійснити програмну реалізацію схеми роботи системи.

Загальновідомою на сучасному етапі є наявність так званої кризової ситуації, яка причиняє збитки і навіть банкрутство багатьох підприємств, хоча теоретично ці підприємства могли б бути рентабельними. Отже, для того, щоб підприємство могло вдало організувати рекламні заходи, йому необхідно мати у своєму розпорядженні інформаційну систему, яка б дала змогу контролювати планування та реалізацію рекламних заходів, які дозволять підвищити реалізацію продукції та підвищити показники доходів.

У зв'язку з тим, що основну частину валового доходу (95 - 97 %) підприємства одержують від реалізації товарної продукції, цій частині доходу повинна бути приділена головна увага. Рекламні

заходи в значній мірі можуть вплинути на реалізацію всієї або окремих категорій продукції. Отже визначення впливу рекламних факторів підлягає детальному вивченню й аналізу.

Найважливішим фактором, що впливає на величину доходу від реалізації продукції, є зміна обсягу виробництва і реалізації продукції. Чим більше обсяг реалізації в кінцевому рахунку, тим більше прибутку одержить підприємство, і навпаки. Залежність прибутку і цього фактора за інших рівних умов прямо пропорційна.

Падіння обсягу виробництва при нинішніх економічних умовах, не враховуючи ряду протидіючих факторів, як, наприклад, росту цін, неминуче веде до скорочення обсягу прибутку. Звідси висновок про необхідність вживання невідкладних заходів по забезпеченню росту обсягу виробництва продукції. У свою чергу, впровадження рекламних заходів буде сприяти поліпшенню умов реалізації продукції, а отже, зростання прибутку.

Розмір прибутку як кінцевого фінансового результату роботи підприємства залежить і від іншої, не менш важливої величини - розміру виручки від реалізації продукції.

Розмір виторгу від реалізації продукції і відповідно прибутку залежить не тільки від кількості і якості зробленої і реалізованої продукції, але і від рівня застосовуваних цін. Тому як один з методів можна застосувати опитування населення та виконати моніторинг цін на продукцію.

УДК 658:657.9:336

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ВАРТІСТЮ ПРОДУКЦІЇ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

**Гетьман О.М.<sup>1)</sup>, Ларіонова Г.П.<sup>2)</sup>**

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> викладач, <sup>2)</sup> студентка*

В якості програмного продукту для розв'язку задачі визначення вартості реалізованої продукції на державному підприємстві «Львівське лісове господарство» вибрана система управління базами даних (СУБД) «Microsoft Access», яка входить до складу пакету офісних програм MS Office. Як і більшість сучасних систем управління базами даних «Microsoft Access» дає змогу розмістити у своїх структурах не лише дані, але й методи роботи з ними, тобто програмний код, за допомогою якого здійснюється взаємодія з користувачем або з іншими програмно-апаратними комплексами. Тобто в базі даних зберігаються не тільки дані, але й інформація про них. Отже, база даних містить не тільки дані, а ще і методи та засоби, які дають змогу кожному користувачеві оперувати лише тими даними, які йому необхідні для розв'язку поставлених завдань. Завдяки взаємодії даних та методів, що входять до складу бази даних та є доступними кожному користувачеві, вони використовують і у межах своєї компетенції редагують потрібну інформацію або вводять нові дані. Окрім того, СУБД «Microsoft Access» - це комплекс програмних засобів, призначених для створення структури нової бази, її заповнення, редагування, візуалізації та передачі каналами зв'язку.

Після запуску програми на екрані з'являється вікно додатку Microsoft Access та вікно, у якому можна вибрати один з подальших варіантів роботи: створити нову базу даних чи скористатися майстром створення проекту бази даних.

У відповідності до нашої задачі база даних буде містити перелік вхідних документів, а саме: акт прийому деревини, ярлик, товаро-транспортну накладну, план заготівлі, лісорубний квиток.

Для того, щоб таблицю можна було пов'язати з іншими таблицями у базі даних, необхідно задати ключове поле.

Після вводу всіх вхідних документів (створення таблиць) можна створити схему даних. Access дає змогу створювати реляційну бази даних, окремі таблиці в якій можуть бути пов'язані між собою. Зв'язок між таблицями визначає тип відношення між полями. Як правило пов'язують ключове поле однієї таблиці з відповідним йому полем іншої. Access забезпечує створення зв'язків трьох типів: один-до-одного, один-до-багатьох, багато-до-багатьох. Створення схеми даних забезпечує цілісність даних (тобто дає змогу уникнути помилок при введенні інформації у пов'язанні таблиці та вилученні записів з початкової таблиці), каскадне оновлення даних (автоматична зміна даних у пов'язаній таблиці, якщо вони були змінені у початковій таблиці), каскадне знищення даних (автоматичне знищення даних у пов'язаній таблиці у разі їх вилучення з початкової). Схема даних для розв'язку

задачі визначення вартості реалізованої продукції в державному підприємстві «Львівське лісове господарство» зображена на рисунку 1.

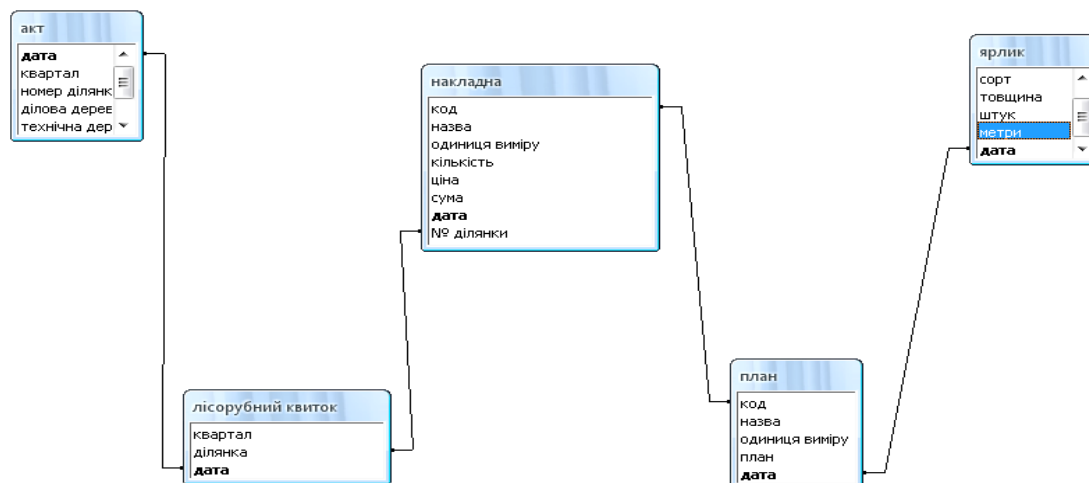


Рисунок 1 - Схема даних

На основі схеми даних можна створювати запити і таким чином формувати результуючі документи. Також за допомогою запитів можна відбирати записи всіх або певних полів з однієї або декількох таблиць у вказаному порядку, здійснювати обчислення результуючих показників за наперед заданими формулами, відбирати записи та створювати додаткове обчислювальне поле, відновлювати поля у вибраній підмножині записів, вилучати відібрану множину записів.

#### Список використаних джерел

1. Гусева Т.И., Банин Ю.Б. Проектирование баз данных в примерах и задачах. - М.: Радио и связь. 1992.
2. Джексон Г. Проектирование реляционных баз данных. -М.:Мир, 1994. -376с.
3. Диго С.М. Проектирование баз данных. -М.:Финансы и статистика, 1988. -454с.
4. Иванов Ю.В. Руководство по реляционным СУБД для персональных ЕВМ.- Тула. 1991.

УДК 339.1

## МОДЕЛЮВАННЯ РИНКОВОГО СЕРЕДОВИЩА КОНКУРЕНТНИХ ВЗАЄМОЗАМІННИХ ТОВАРІВ НА ОСНОВІ АГЕНТНОГО ПІДХОДУ

Ткач І.І.<sup>1)</sup>, Огнистий А.А.<sup>2)</sup>

*Тернопільський національний економічний університет*

*<sup>1)</sup> к.е.н., доцент; <sup>2)</sup> викладач*

### I. Постановка проблеми

Зазвичай, моделювання логістичних потоків зводиться до визначення оптимальних шляхів доставки визначеної кількості товарів з пункту А в пункт В. Такий підхід є надто спрощений і не відповідає реальним ринковим умовам, які характеризуються властивостями динамічності та невизначеності.

Ми пропонуємо визначати оптимальні параметри виробництва залежно від кон'юнктури ринку, яка динамічно змінюється. Іншими словами, перед нами стоїть завдання побудувати динамічну модель ринкового середовища зі змінним попитом та інтегровану з нею модель оптимізації логістичних потоків.

### II. Мета роботи

Виходячи з постановки проблеми, нашою метою є створити модель споживчого ринку для імітації зміни попиту на групі взаємозамінних товарів.

### III. Особливості реалізації

На нашу думку, динамічну модель споживчого ринку найкраще побудувати за допомогою мультиагентного підходу, при якому кожен споживач буде агентом зі своєю логікою поведінки. Для побудови другої частини моделі логістичного ланцюжка поставок товарів можна скористатися імітаційним інструментарієм системної динаміки.

Обсяг ринку задається кількістю потенційних споживачів(агентів) даного виду товарів, яка визначається на основі маркетингових досліджень.

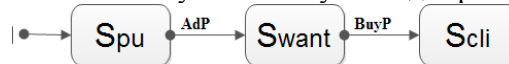
Попит в середовищі даної моделі створюється поведінкою агентів-покупців.

Беручи до уваги, що процес покупки товару в більшості випадків не є спонтаним, в моделі передбачені наступні стани агента «Acon»:



- Spu – ймовірний покупець
- Swant – намагання здійснити покупку
- Scli – клієнт (здійснив покупку)

Перехід агента «Acon» між станами описується наступною діаграмою станів:



де AdP – ефект від рекламних кампаній; BuyP – дія покупки товару.

З метою запобігання виробництва надлишків продукції передбачено введення елемента контролю за попитом на ринку:

$$D > 0 \text{ якщо } Acon[Swant] > 0 \quad (1)$$

Зміна в потужності виробництва відбувається в залежності від поточного попиту (оцінюється з денним інтервалом)

$$P = Acons[Swant] \quad (2)$$

На рисунку 1 показано результати коливань потужності виробництва в залежності від попиту на товар.

Споживчий ринок в даній моделі формують окремі агенти, відповідно він є дезагрегованим. Для отримання статистичних даних від агентів їхній стан по чергово перевіряється, щоб порахувати, скільки з них хочуть придбати продукт, тобто знаходяться в стані «Swant». На основі інформації про кількість агентів  $Acon[Swant]$  приймається рішення про величину потужності виробництва наступного дня.

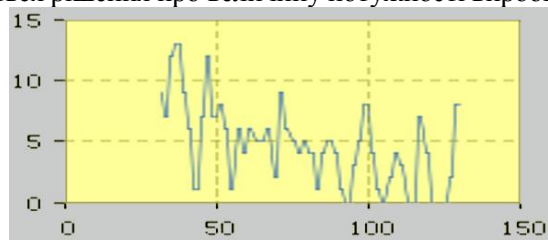


Рисунок 1 - Моделювання попиту на ринку

Для практичної реалізації моделі можна використовувати ряд платформ, серед яких:

- Jason – безкоштовна платформа з відкритими вихідними кодами. Перевагою даного продукту є використання мови AgentSpeak для опису поведінки агентів;
- JADE – безкоштовний фреймворк для розробки мультиагентних систем. Ґрунтується на мові Java відтак є кросплатформовим рішенням. Використовується багатьма телекомунікаційними компаніями для моніторингу стану на ринках.

Тут використане середовище Jason, по причині підтримки ним мови AgentSpeak, агент-орієнтованої мови програмування.

### Висновок

Запропонована модель підходить для моделювання стану ринку продуктів що мають взаємозамінні аналоги, ціна товарів до уваги не бралася оскільки передбачалось що товари і одній цінній категорії.

### Список використаних джерел

1. Кельтон Д. Имитационное моделирование.-3-е изд.-СПб.:Питер; К.:Издат.группа BHV,2004.-847с.
2. Самарский А.А. Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Приемы..-2-е изд. Испр.-М.:Физматлит, 2001.-316с.
3. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука.-М.:Мир,1978.-418с.
4. Толуев Ю.И. Применение имитационного моделирования для исследования логистических процессов // митационное моделирование. Теория и практика: Материалы второй всероссийской научно-практической конфе-ренции. – СПб.: ФГУП ЦНИИ ТС, 2005. С. 71-76.
5. Управление цепями поставок: Справочник издательства Gower: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Гаторны. – М.: ИНФРА, 2008. 670 с.
6. Kahneman, Daniel, and Amos, Tversky. (1979). «Prospect Theory: An Analysis of Decision Making Under Risk» Econometrica 47, no.2: 263–291

## МОДЕЛЮВАННЯ СКОРИНГОВОЇ ОЦІНКИ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ПОЗИЧАЛЬНИКА

Климчук О.І.

*Тернопільський національний економічний університет, технік-оператор*

Однією з характерних рис сучасного стану розвитку фінансової системи України є інтенсивне опанування фінансово-кредитними установами технологій споживчого кредитування.

Теоретичні питання кредитування населення на споживчі потреби досліджені в працях таких зарубіжних економістів, як Б.Едвардс, Ж.Матук, Е.Рід, П.Роуз, В.Захаров, А.Казімагомедов, О.Лаврушин, В.Усоскін, а також у працях вітчизняних вчених В.Гончаренка, О.Дзюблюка, О.Євтухова, В.Лагутіна, А.Мороза, М.Савлука та інших.

Кредитом є певні економічні відносини, в процесі яких фінансові посередники надають позичальникам грошові кошти на умовах платності, строковості й повернення. Ці відносини передбачають рух вартості від кредитора до позичальника і, навпаки. Такі операції складають значну частку активів будь-якої фінансової установи в будь-якій країні.

Повернення отриманої вартості (погашення боргу) в масштабах одного позичальника і всієї економіки повинно бути результатом відтворення у зростаючих обсягах. Це визначає економічну роль кредиту і є однією з важливих умов отримання доходу/прибутку від кредитних операцій. Розміщення мобілізованих ресурсів з метою отримання доходу і забезпечення ліквідності визначає зміст активних операцій фінансових посередників.

Споживчими позиками називають позики, які надаються населенню. При цьому споживчий характер позик визначається метою (об'єктом кредитування) надання позики. До споживчих позик відносять різні види кредитів, які надаються населенню, в тому числі кредити на придбання товарів тривалого використання, іпотечні позики, кредити на невідкладні потреби тощо. Споживчі позики в західній банківській практиці визначають по-іншому, а саме: споживчими називають кредити, які надаються приватним позичальникам для придбання споживчих товарів та оплати відповідних послуг.

Із зростанням обсягів споживчого кредитування та настанням фінансової кризи особливого значення, у контексті соціально-економічних наслідків, набуває аналіз ризиків, що виникають у процесі надання кредитних послуг фізичним особам. Найбільш характерними ризиками є: кредитний ризик; ризик процентних ставок; ризик ліквідності; ризик дострокового погашення кредиту; операційний ризик; валютний ризик.

У зарубіжній практиці найбільш поширеним методом оцінки ризиків споживчого кредитування є скоринг-системи. Скоринг – математична модель у вигляді зваженої суми певних характеристик, за допомогою якої на основі минулого досвіду фінансова установа намагається з'ясувати ймовірність того, що конкретний позичальник не поверне вчасно кредит. У результаті формується інтегральний показник – «SCORE», який характеризує ступінь кредитоспроможності позичальника. Інтегральний показник кожного клієнта порівнюється з певним критеріальним значенням. Позичальникам з інтегральним показником вищим за критеріальне значення видається кредит, а позичальникам із показником нижчим від критеріального значення ні. Основна проблема при побудові скоринг-систем полягає у визначенні того, які характеристики необхідно включати в модель і, які вагові коефіцієнти мають їм відповідати.

Вперше для оцінки кредитного ризику скоринг-система була застосована Д. Дюраном у 1941 р. У ній враховувались такі характеристики клієнта: вік, стать, строк проживання в одній місцевості, професія, трудовий стаж, наявність банківських рахунків, володіння нерухомістю, наявність полісу страхування життя. У сучасній зарубіжній практиці при побудові скоринг-систем найчастіше, крім вищезазначених, враховуються такі додаткові характеристики клієнта: кількість дітей, сімейний стан, дохід, наявність телефону, строк співробітництва з фінансовою установою.

Кожен вид використовуваної в скорингу інформації зазвичай називають характеристикою або фактором (наприклад, стаж роботи на останньому робочому місці; сімейний стан і т.п.). Деякі характеристики потенційного позичальника (вік) мають числовий характер, деякі (освіта) – дискретний нечисловий. Очевидно, що в скорингу доцільно використовувати найбільш суттєві, важливі для правильного прийняття рішення щодо оцінки кредитоспроможності характеристики. Їх вибір обмежений наявністю інформації про позичальника і ступенем її документального



підтвердження. Визначення конкретної системи факторів для скорингу може бути зроблено як на основі експертних оцінок кредитних працівників, так і з використанням статистичних методів.

Перший контакт з позичальником є визначальним для встановлення між кредитно-фінансовою установою і потенційним клієнтом довгострокових партнерських відносин. Адже, у процесі спілкування кредитний інспектор має діяти професійно: зібрати достовірну інформацію швидко і коректно, дбаючи про позитивний імідж установи. Тому мною було обрано для побудови математичної моделі скорингу метод лінійного дискримінантного аналізу.

Дискримінантний аналіз – це розділ математичної статистики, змістом якого являється розробка методів розв'язання задач розрізнення (дискримінації) об'єктів спостереження за визначеними ознаками. Стосовно скорингу об'єкти спостереження – це дані про потенційно позичальника, ознаки – характеристики (чинники). Процедури дискримінантного аналізу можна розділити на дві групи. Перша група процедур призначена для опису (інтерпретації) відмінності між існуючими класами, друга – для проведення класифікації нових об'єктів в тих випадках, коли невідомо заздалегідь, до якого з існуючих класів вони відносяться.

Запропоновано певну кількість об'єктів спостереження (аналіз кредитоспроможності чи фінансових показників позичальника). Кожна одиниця спостереження характеризується декількома факторами (змінними):  $x_{ij}$  – значення  $j$ -ї змінної у  $i$ -го об'єкта, при  $i = 1 \dots N$ ;  $j = 1 \dots p$ . Всі об'єкти розбито на кілька підмножин (два і більше), або класів. З кожного підмножини взята вибірка обсягом  $n_k$ , де  $k$  – підмножини (класу) при  $k = 1 \dots g$ . Ознаки, які використовуються для того, щоб відрізнити один клас (підмножина) від іншого, називаються дискримінантними змінними а з цих змінних повинна вимірюватися або інтервальною шкалою, або шкалою відносин.

Лінійна дискримінантна функція має вигляд:

$$D(X) = w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n \quad (1)$$

де  $w$  – коефіцієнти.

Було запропоновано аналіз таких одиниць спостереження:

Аналіз кредитоспроможності позичальника на основі загальних даних (вік, освіта, місце роботи, посада тощо).

Аналіз фінансових показників позичальника (джерело погашення кредиту, кредитна історія, оцінка питомої ваги суми кредиту в ринковій ціні майна).

Характеристика кредиту (цільове використання, строк кредиту, забезпечення).

Кожному з параметрів, вказаних у наведених вище, надається відповідна вага, яка визначає його значення. В залежності від варіанту відповіді за кожним з параметрів формується бальна оцінка шляхом множення вагового коефіцієнта певного параметра на бальну оцінку варіанту відповіді. Сума усіх бальних оцінок параметрів утворює підсумок розділу. Сума підсумків усіх розділів утворює загальний підсумок роботи алгоритму. В залежності від суми накопичення балів приймається один з варіантів рекомендацій щодо прийняття рішення.

На підставі проведеного аналізу кількісних (системи показників в динаміці) та якісних факторів (основний вид діяльності та форма власності) визначається клас надійності позичальника. Однак приймати остаточне рішення про надання чи відмову у наданні кредиту лише на основі даних кредитного скорингу не варто. Фінансова установа повинна сама вибрати точку відсікання – мінімальний бал, при якому можна видавати кредит.

Дискримінуються позичальники на чотири класи:

*Клас А* – (стандартний кредит) позичальник характеризується стабільним фінансовим станом, має достатні джерела доходів (постійну роботу, доходи від цінних паперів та ін.) для обслуговування боргу протягом терміну дії кредитної угоди

*Клас В* – (під контролем) фінансовий стан позичальника добрий або дуже добрий, але немає можливості підтримувати його на цьому рівні впродовж тривалого часу (можлива зміна місця роботи позичальника, що може призвести до зменшення його доходів; можливе зменшення доходів тощо)

*Клас С* – (субстандартний кредит) фінансовий стан позичальника задовільний та спостерігається чітка тенденція до погіршення (часта зміна місця роботи, хвороба позичальника або членів сім'ї та інше).

*Клас D* – (сумнівний, безнадійний кредит) фінансовий стан позичальника незадовільний (втрата місця роботи, відсутні джерела погашення позики, втрата застави).

#### Список використаних джерел

1. Луцишин О.О. Кредитні спілки на ринку фінансових послуг України: проблеми та пріоритети розвитку / Олег Луцишин // Світ фінансів. – 2006. – № 3 (8). – С.114–127.
2. Шамова І.В. Грошово-кредитні системи зарубіжних країн: Навч. посібник / І.В.Шамова. – К.: КНЕУ, 2001. – 195 с.

## ЗАДАЧА ПЛАНУВАННЯ ВИПУСКУ ТА ЗБЕРІГАННЯ ПРОДУКЦІЇ З МЕТОЮ ЗАДОВОЛЕННЯ ПОПИТУ СПОЖИВАЧІВ

Лукавенко А.І.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», бакалавр*

### І. Постановка проблеми

Головним розділом планів підприємства, в якому відображаючи основні завдання його господарської діяльності, є виробнича програма. Під виробничою програмою розглядається необхідний обсяг виробництва продукції у розрахунковому періоді, який номенклатурою, асортиментом і якістю відповідає вимогам плану продажу. Виробнича програма підприємств визначає склад, кількість і обсяг продукції, яка повинна бути виготовлена в плановому періоді і поставлена споживачам. [1]

Проблема формування системи показників та планування виробничої програми підприємства посідає вагоме місце в дослідженнях багатьох відомих вітчизняних та зарубіжних учених-економістів. Серед українських дослідників варто зазначити таких, як І. Бойчик, Н. Бондар, О. Даций, А. Зінь, О. Кондратюк, О. Крайник, Є. Мних, В. Осипов, С. Покропивний, А. Пономарьова, Т. Савицька, В. Сідун, Н. Тарасенко, І. Чаюн та ін.

Як відомо, необхідною умовою успіху підприємства в умовах ринку є орієнтація його виробничої діяльності на запити споживачів, гнучке пристосування до ринкової кон'юнктури. Філософією бізнесу став вислів Ф. Котлера: "Виробляти те, що купується, а не те, що виробляється" [2]. Водночас, не кожне підприємство формує план виробництва продукції з урахуванням детермінантів попиту, що істотно позначається на якості його розроблення та ефективності діяльності підприємства в підсумку. Тому планування виробничої програми повинно бути тісно узгоджене з результатами маркетингових досліджень ринку діяльності підприємства та визначенням основних напрямів його подальшого розвитку, а також з можливостями підприємства щодо забезпеченості виробництва необхідним ресурсним потенціалом.

### II. Мета роботи

Метою цього дослідження є формалізація та розв'язання задачі планування випуску та зберігання продукції з метою задоволення попиту споживачів.

### III. Формалізація задачі планування випуску та зберігання продукції

#### Змістовна постановка задачі

Деяке підприємство випускає  $n$  видів продукції. Виготовлена продукція надходить на склад, а потім реалізується споживачам. Кінцевою метою є отримання максимального прибутку. Проте, з одного боку, можливості підприємства обмежені виробничими потужностями, тобто кількість продукції, що випускається, не може перевищувати певного рівня, а з іншого – попитом споживачів, оскільки немає сенсу випускати продукцію, що не буде реалізована. Окрім того, попит не є стабільним, тобто можливі сезонні або інші коливання. А отже в діяльності підприємства бувають періоди, коли потрібно реалізувати продукції більше ніж воно встигне виготовити. Тому для підприємства важливо мати деякий запас продукції, виготовленої заздалегідь, на складі, щоб задовольнити попит споживачів і не втратити можливий прибуток. Використання складу теж накладає певні обмеження: по-перше, кількість продукції, що може бути там розміщена, обмежена складськими потужностями, по-друге, зберігання продукції на складі потребує певних затрат і було б бажано їх мінімізувати, по-третє, продукція має термін придатності, після досягнення якого вона вже не може бути реалізована.

З іншого боку, при збільшенні обсягів випуску продукції, зростають витрати, оскільки виробництво переходить у стан понаднормової режиму роботи, що вимагає додаткових затрат.

Таким чином, задача полягає в складанні такого оптимального плану випуску продукції, при якому, з одного боку, підприємство не буде втрачати прибуток через незадоволений попит, а з іншого, не буде нести збитки через «перевиробництво» (виробництво надлишків продукції, які не зможе реалізувати) та мінімізує витрати на зберігання продукції на складі.

#### Математична постановка задачі

Знайти такі значення  $x_{i,j}$  – кількість продукції  $i$ -виду, виготовленої за  $j$ -й відрізок періоду планування, за яких досягається мінімум цільової функції:

$$f = \sum_{j=1}^M [\sum_{i=1}^N x_{i,j} \cdot C_i + \sum_{i=1}^N (Q_{i,j-1})^+ \cdot S_i + S_j + \sum_{i=1}^N O_i \cdot (q_{i,j,1} - d_{i,j+1})^+ + \sum_{i=1}^N (A_i \beta \cdot (d_{i,j} - Q_{i,j-1})^+ + B_i \cdot (1 - \beta) \cdot (d_{i,j} - Q_{i,j-1})^+)] \rightarrow \min. \quad (1)$$

де  $M$  – кількість відрізків, на які розбивається період планування;

$N$  – кількість видів продукції;

$C_i$  – витрати на виготовлення однієї одиниці продукції  $i$ -го виду (залежить від того, в звичайному чи в понаднормовому режимі працює підприємство);

$Q_{i,j}$  – рівень запасу на складі  $i$ -го виду продукції в  $j$ -й відрізок періоду планування;

$S_i$  – витрати на зберігання одиниці продукції  $i$ -го виду;

$S_j$  – витрати на утримання складських приміщень в  $j$ -й відрізок періоду планування;

$O_i$  – збитки через застарівання одиниці продукції  $i$ -го виду (неотриманий прибуток, витрати на утилізацію і т.д.);

$q_{i,j,l}$  – кількість продукції  $i$ -го виду, наявної на складі в  $j$ -й момент часу, з терміном придатності рівним  $l$ ;

$d_{i,j}$  – попит на одиницю продукції виду  $i$  в  $j$ -й відрізок періоду планування;

$A_i$  – витрати через незадоволений попит (заборгований) на одиницю продукції  $i$ -го виду;

$\beta$  – коефіцієнт – частка попиту, що може бути заборгована (відповідно,  $(1 - \beta)$  – частка попиту, що буде втрачена);

$B_i$  – витрати через втрачений попит на одиницю продукції  $i$ -го виду, при обмеженнях:

$$0 \leq x_{ij} \leq X_i, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M}, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N v_i \cdot Q_{i,j} \leq V, j = \overline{1, M} \quad (3)$$

де  $X_i$  – максимальна кількість продукції  $i$ -го виду, яку підприємство може виготовити (виробнича потужність);

$v_i$  – об'єм, який займає одиниця продукції  $i$ -го виду;

$V$  – загальний обсяг наявних складських площ (складська потужність).

Таким чином маємо задачу, яка відноситься до класу задач нелінійного програмування. Оскільки всілякі значення випуску продукції являють собою обмежену множину і, в свою чергу, вони виражаються як цілі числа (так як розмір обсягу випуску можна звести до однієї найменшої одиниці вимірювання), то побудована задача потрапляє в клас задач дискретного нелінійного програмування.

#### IV. Методи розв'язання задач планування випуску та зберігання продукції

Для чисельного розв'язання цієї задачі були розроблені алгоритми, що базуються на наступних відомих методах комбінаторної оптимізації: методі пошуку зі змінними околами, методі імітаційного відпалу та Н-методі.

Для порівняння ефективності розроблених алгоритмів було проведено серію числових експериментів. За результатами цих експериментів найшвидше розв'язує задачу алгоритм пошуку зі змінними околами. Проте, з іншого боку, цей алгоритм дає найгірше значення цільової функції. Очевидно, це пов'язано з тим, що пошук зі змінними околами хоча і є покращеною модифікацією локального пошуку, проте не повною мірою позбавлений головного недоліку локального пошуку, а саме передчасної збіжності. З іншого боку для попереднього наближення доцільного користуватись саме цим алгоритмом через його хорошу швидкодію.

Імітаційний відпал, навпаки, показав найкращі результати значень цільової функції, тобто має найкращу точність, проте йому властива найменша швидкодія. Н-метод же показав середні результати, як по якості розв'язку, так і по швидкодії.

#### Висновок

У роботі здійснено формалізацію задачі планування випуску та зберігання продукції з метою задоволення попиту споживачів та розроблено алгоритми її розв'язання, проведено порівняння ефективності розроблених алгоритмів.

#### Список використаних джерел

1. Орлов О.О. Планування діяльності промислового підприємства: Підручник [Текст]/ О.О. Орлов //К.: Скарби, 2002. – 336с.
2. Котлер Ф. Основи маркетинга [Текст]/Ф. Котлер// М. : Бизнес-книга, 1995. – 698 с.

## МОДЕЛЬ ДЮПОН ЯК ІНСТРУМЕНТ ФІНАНСОВОГО АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Манжула В.І.<sup>1)</sup>, Весельський В.С.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет,  
<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр

### І. Постановка проблеми

У вітчизняній практиці фінансові показники (прибутковість, рентабельність, оборотність), як правило, розглядаються ізольовано один від одного. Тому часто буває важко виявити причинно-наслідкові зв'язки, і є висока міра вірогідності їх невірної інтерпретації. У зарубіжній практиці [1] перевага віддається не окремим показникам, а їх системам, які складаються з набору окремих елементів, пов'язаних між собою в логічно обґрунтовані ланцюжки: кожен подальший показник витікає з попереднього. Для керівництва підприємства зручніше оперувати не безліччю безвідносних значень виручки, витрат, прибутку і т.д., а лише невеликою кількістю ключових показників, що дозволяє економити час.

### ІІ. Мета роботи

Метою даного дослідження є аналіз та адаптація методів та моделей фінансового аналізу діяльності підприємства для підприємств вторинного ринку металів.

### ІІІ. Модель Дюпон на основі піраміди ROI

Одна з перших таких систем була розроблена в 30-і роки минулого століття фахівцями концерну «Дюпон». Сьогодні ця модель відома у всьому світі як система показників Дюпон або піраміда ROI (коефіцієнт рентабельності інвестицій). Система показників Дюпон в першу чергу дозволяє досліджувати здатність підприємства ефективно генерувати прибуток, реінвестувати його, нарощувати обороти. На рисунку 1 показана адаптована модель піраміди ROI для підприємства, що займається вторинним ринком металу, у вигляді бінарного дерева [2].

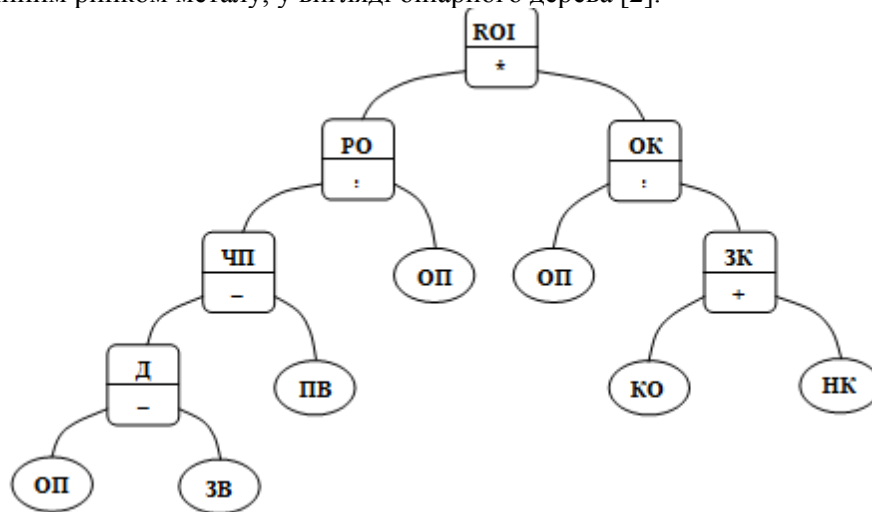


Рисунок 1 – Реалізація піраміди ROI на основі бінарного дерева

На рисунку використовуються такі позначення: ОП – обсяг продажів; ЗВ – змінні витрати; Д – дохід; ПВ – постійні витрати; ЧП – чистий прибуток; КО – оборотний капітал; НК – необоротний капітал; ЗК – загальний капітал; ОК – оборотність капіталу; РО – рентабельність обороту.

### Висновки

1. Проаналізовано методи та моделі фінансового аналізу діяльності підприємства на основі систем фінансових показників (прибутковість, рентабельність, оборотність). Виявлено, що найбільш привабливою є система показників Дюпон або піраміда ROI. Адаповано її для підприємств вторинного ринку металів

### Список використаних джерел

1. Ковалев В.В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. – М.: Финансы и статистика, 2005.
2. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. – СПб.: Невский диалект. 2001.

## ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ПЛАТОСПРОМОЖНОСТІ КЛІЄНТІВ КРЕДИТНИХ СПІЛОК

Марценюк Є.О.<sup>1)</sup>, Птиць М.В.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет  
<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістр

### I. Постановка проблеми

Важлива роль в кредитуванні фізичних осіб надається кредитним спілкам та установам, які регулюють грошовий обіг країни й акумулюють грошові ресурси. Одночасно вони володіють важелями впливу на фінансову, інвестиційну, виробничу й іншу сфери економіки, а також на розвиток економічних і суспільних відносин.

У процесі своєї активної діяльності кредитні спілки зіштовхуються з різного роду ризиками, які пов'язані з платоспроможністю позичальників. Неefективне керування фінансами може привести установу до банкрутства.

Основним видом діяльності кредитних спілок є кредитна діяльність, яка забезпечує прибутковість всіх активів, і, як правило, висока прибутковість безпосередньо супроводжується підвищеним ризиком. Зі збільшенням обсягів кредитування актуалізуються й завдання керування кредитним ризиком кредитної спілки. У зв'язку з цим розробка методів оцінки й механізму регулювання платоспроможності позичальників забезпечує зміцнення фінансового стану кредитної спілки.

Кредитування є найбільш прибутковою й одночасно найбільш ризикованою операцією. Непогашення кредитів, особливо великих, може привести до банкрутства. Тому керування кредитним ризиком є необхідною частиною стратегії й розвитку будь-якої кредитної спілки. Кредитування завжди було й залишається пріоритетною економічною функцією фінансових установ.

### II. Актуальність теми

Актуальність теми даної роботи обумовлена насамперед тим, що сьогодні українському ринку властива велика кількість ризиків, пов'язаних практично з будь-яким видом комерційної діяльності в тому числі і в сфері кредитної діяльності. На сучасному етапі розвитку економіки українські громадяни і кредитні спілки розпізнають ці ризики найчастіше на інтуїтивному рівні. Відчувається недолік комплексного розуміння природи виникнення ризиків і системного підходу до керування ними. Тому вивчення, систематизація, моделювання та створення експертних систем для визначення платоспроможності є актуальною задачею.

### III. Мета і задачі дослідження

Метою даного дослідження є розробка моделі оцінки платоспроможності позичальників кредитних установ при кредитуванні фізичних осіб на основі економічно обґрунтованого механізму оцінки й регулювання кредитного ризику, з метою задоволення інтересів таких установ, пов'язаних з мінімізацією ризику кредитного портфеля й підвищенням його якості.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

- визначені особливості керування кредитним ризиком установи кредитування, відповідно до яких проаналізовані діючі методики оцінки й регулювання сукупного кредитного ризику;
- проаналізовані існуючі моделі і методи, які формують механізм оцінки й регулювання кредитного ризику.

### IV. Предмет та об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження в цій роботі є діяльність установи, що надає послуги кредитування, а також кредитний ризик, як невід'ємна складова будь-якої кредитної операції.

Предметом даного дослідження є теоретичний і методологічний інструментарій оцінки платоспроможності позичальника.

### Список використаних джерел

1. Галасюк, В. Визначення розміру кредиту, що надається під заставу / В. Галасюк, С. Ревонюк, І. Ліпська, В. Галасюк // Вісник НБУ. – 2000. – № 1. – С. 45–47.
2. Дадашев, Б. А. Кредитні спілки в Україні: навчальний посібник / Б. А. Дадашев, О. І. Грищенко; Мінвоосвіти і науки України, ДВНЗ “УАБС НБУ”. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 112 с.
3. Руська, Р. Модель діагностики фінансового стану кредитних спілок / Р. Руська // Економічний аналіз. – 2009. – № 4.

## МЕТОД ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ЗБИТКІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АВТОТРАНСПОРТОМ

Кушнір О.К.<sup>1)</sup>, Хомяк О.В.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, асистент;

<sup>2)</sup> Тернопільський національний економічний університет, магістрант

### І. Постановка проблеми

Забруднення атмосфери шкідливими викидами автотранспорту, при постійно наростаючій кількості автомобілів, стає все більш актуальною проблемою, особливо у великих містах. Контроль за рівнем забруднення атмосфери здійснюють санітарно-епідеміологічні станції, проводячи вимірювання концентрацій шкідливих речовин. Наступним важливим етапом цієї задачі є визначення економічних збитків та їх відшкодування власниками автотранспортних засобів. На сьогодні дана задача розв'язується за допомогою екологічних зборів, величина яких визначається Міністерством екології та природних ресурсів України і базується на неточних статистичних показниках. Тому постає проблема розробки нового підходу до оцінювання збитків від діяльності автотранспорту, який ґрунтується на реальних концентраціях шкідливих речовин в атмосферному повітрі і дозволяє здійснити адекватний розділ цих збитків між учасниками процесу забруднення довкілля [1,2].

### ІІ. Оцінювання економічних збитків довкіллю від забруднення автотранспортом

Кількісними оцінками екологічних чинників, які впливають на розмір економічних збитків внаслідок діяльності автотранспорту, є виміряні концентрації шкідливих речовин. З урахуванням відносних похибок пристроїв, що вимірюють концентрації хімічних речовин, зручно ці оцінки представити у вигляді інтервалів [3]. Далі слід адаптувати відомі методи інтервального моделювання динаміки складних систем [1]. В результаті чого набув подальшого розвитку метод інтервального оцінювання динаміки економічних збитків довкіллю внаслідок забруднення атмосфери шкідливими викидами автотранспорту, який, на відміну від існуючих, ґрунтується на ідентифікації параметрів інтервальних лінійних різницевих рівнянь, отриманих за результатами вимірювань з гарантованою точністю концентрацій шкідливих речовин, що забезпечує моделювання динаміки економічних збитків з гарантованою точністю. На основі методу оцінювання динаміки економічних збитків внаслідок забруднення автотранспортом, створено інформаційну технологію оцінювання економічних збитків, яка дозволяє побудувати адекватні інтервальні лінійні дискретні моделі динаміки економічних збитків довкіллю. Інформаційна технологія дає можливість встановити взаємозв'язок між характеристиками екологічного середовища та розмірами економічних збитків, нанесених автотранспортними підприємствами та окремими автотранспортними засобами.

### Висновки

Досліджено ефективність нового підходу до оцінювання економічних збитків навколишньому середовищу від викидів автотранспортних засобів та розподілу відповідальності між учасниками процесу забруднення довкілля. Показано особливість методу інтервального оцінювання динаміки економічних збитків, який ґрунтується на ідентифікації параметрів лінійних різницевих рівнянь, отриманих за результатами вимірювань з гарантованою точністю концентрацій шкідливих речовин.

### Список використаних джерел

1. Дивак М.П. Інтервальне моделювання динаміки збитків внаслідок забруднення автотранспортом // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2008. - № 3 (13) – С. 32-40.
2. Кушнір О. Моделі розподілу відповідальності за забруднення довкілля автотранспортом / О. Кушнір, Є. Марценюк // Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали I Всеукр. школи-семінару АСІТ'2011, м. Тернопіль, 20–21 травня 2011 р. – Тернопіль : Економічна думка, 2011. – С. 27–29.
3. Кушнір О. Оцінювання інтегрованих економічних збитків довкіллю внаслідок негативного впливу шкідливих викидів автотранспорту. – // Моделювання та інформ. системи в економіці: зб. наук. праць / [відп. ред. В.К. Галіцин]. – К: КНЕУ, 2011. – Вип. 85. – С. 239–256.

## АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК

- Poryev G.V., 62
- Адамович В.І., 152
- Бабюк Д.В., 206  
Бадищук В.І., 59  
Базелюк Д.В., 112  
Барандич К.С., 18  
Бемба І.Я., 172  
Бідун М.Б., 99  
Білоусов І.А., 209, 211  
Бобровник Я.О., 63  
Бомба А.Я., 13, 15, 114  
Борисенко А.М., 101  
Букай М.Я., 77
- Вальків В.Д., 66  
Варава А.С., 153  
Василець В.Ю., 16  
Василяка М.С., 173  
Васильків Н.М., 173  
Вдовинюк А.В., 167  
Весельський В.С., 220  
Вікторчук Т.М., 161  
Вовкодав О.В., 17  
Возна Н.Я., 84  
Войтов Г.В., 86  
Войтюк І.Ф., 20, 45  
Волошин Д.Н., 86  
Волошко О.В., 18
- Гаврилюк Р.І., 117  
Гайдук І.В., 108  
Гайовий А.В., 88  
Гарах О.О., 183  
Гетьман О.М., 12, 212, 213  
Гнатишин Ю.А., 206  
Годла А.С., 162  
Гомон К.О., 13  
Гончар Л.І., 58, 174  
Гончар Т.В., 58  
Горохов І.В., 89  
Грабовенко С.В., 165  
Гриб Х.Б., 118  
Гринчишин Т.М., 70
- Губенко Н.Е., 162, 189, 191, 193, 197, 199, 204  
Дедьо М.Я., 154  
Демчук В.В., 91  
Деркунская Ю.В., 199  
Дехтяр І.В., 78  
Дивак М.П., 20, 45, 155, 175  
Дивак Т.М., 22  
Діордіца І.М., 51  
Добротвор В.І., 22  
Добротвор І.Г., 24  
Довбенко Р.В., 93  
Дорош А.Є., 118  
Дубчак Л.О., 202  
Дутка Н.М., 157
- Журавський О.А., 168
- Зайко Ю.О., 138  
Зелінський В.О., 67  
Земба Р.Р., 212  
Зембицький О.С., 140  
Зінченко Ю.Є., 86, 89, 97  
Змисний М.М., 29, 43
- Іванов Я.О., 82  
Іванюк Д.В., 71  
Ільницька Л.І., 174  
Інжуватова Н.Я., 12
- Кайдановський К.А., 191  
Карась Р.Є., 73  
Касянчук М.М., 203  
Катюха І.А., 177  
Кацьма М.С., 101  
Качала В.Б., 105  
Квасниця О.В., 203  
Кекот І.Ю., 68  
Кибальченко А.В., 193, 197  
Кипибіда Д.Д., 95  
Клим Г.І., 153  
Климчук О.І., 216  
Ключка О.М., 84  
Кобилянський І.Я., 155  
Ковалев А.М., 97  
Коваленко І.А., 97

Коваль В.С., 179  
Коваль І.С., 119  
Ковальчук М.С., 22  
Козак О.Л., 158  
Комарницька Ю.І., 181  
Копач І.В., 99  
Копчишин Т.В., 70  
Коростенський А.Б., 69  
Корченко О.О., 89  
Косовський В.М., 121  
Котик В.І., 22  
Кочан В.В., 93, 126, 140  
Кочан Р.В., 126  
Кравець І.Б., 56  
Кравчук Я.О., 199  
Крепич С.Я., 25  
Кривий Р.З., 27  
Кузнецов Д.С., 31  
Кулик С.В., 160  
Кучкодан В.М., 24  
Кушнір О.К., 222

Ладыженский Ю.В., 145  
Ларіонова Г.П., 213  
Левитасова В.Б., 191  
Левчак А.С., 211  
Лендюк Т.В., 179  
Лисий В.В., 73  
Лісовий Ю.В., 88  
Лобанов Е.В., 97  
Логін Т.І., 169  
Лукавенко А.І., 218  
Любчик Д.М., 118  
Ляпандра А.С., 142

Мандзій В.А., 80  
Манжула В.І., 33, 36, 220  
Марканич Н.І., 84  
Маркевич І.Я., 182  
Маркелов О.Е., 105, 121  
Марценюк Є.О., 37, 39, 221  
Масляк Б.О., 52  
Масло А.Р., 103  
Масник Р.І., 37  
Матвійків В.П., 124  
Мацько І.Й., 56  
Мачула В.Я., 33  
Медвідь Х.М., 158  
Мелех О.П., 41

Мельник А.М., 183  
Мельник М.В., 150  
Мельник М.Р., 121  
Мориляк Ю.Ю., 135  
Муляк О.В., 29, 43

Назар Р.М., 171  
Неділенько О.В., 187  
Николайчук Я.М., 70, 71, 73, 101, 103  
Нікулін Ю.В., 126

Огнистий А.А., 214  
Осадчук О.Й., 128  
Остапенко В.В., 175  
Островський А.В., 36  
Очеретнюк Н.П., 45

Павловська Н.Т., 111  
Павловський Ю.В., 111  
Паздрій І.Р., 128  
Палій І.О., 112  
Парій Р.П., 75  
Пасічник Н.Р., 47  
Піговський Ю.Р., 39, 75, 184  
Подобайло С.В., 188  
Полюшкевич В.А., 128  
Попов Ю.В., 145  
Присяжнюк І.М., 13  
Присяжнюк О.В., 13  
Приходько А.І., 77  
Прокопів В.В., 152  
Прокопчук С.О., 78  
Птиць М.В., 221  
Пуголь Т.О., 146  
Пукас А.В., 60, 129, 138

Ракочій А.В., 22  
Ріппа С.П., 179  
Романовський В.В., 67  
Романюк В.М., 184  
Руденко О.Я., 207  
Рудяк Р.О., 60

Савка Н.Я., 49  
Самагальський О.В., 166  
Самарик П.С., 203  
Саченко А.О., 146  
Сегін А.І., 131  
Семеляк М.Б., 119



Середа Р.Р., 60  
Синяк А.А., 193, 197  
Сирник А.О., 20  
Сівер Д.В., 60  
Сінчук А.М., 15  
Скицюк В.І., 51  
Смірнов Д.С., 133  
Сорока М.І., 52  
Сороцький А.Т., 129, 131  
Співак І.Я., 187  
Спільчук В.М., 161  
Струбицька І.П., 143  
Супонина А.О., 204

Тесленко Г.А., 145  
Теслюк В.М., 105  
Ткач І.І., 214  
Томчак Р.М., 108  
Трембач Р.Б., 173  
Трійчук О.Ю., 134  
Трофимюк Р.М., 91  
Турченко В.О., 146  
Тюрін В.О., 39

Фаберський С.М., 71  
Фартушний В.В., 161  
Федіна Т.В., 79

Хамидуллина Е.Д., 162  
Ханаєв В.В., 97  
Хомік О.В., 222

Цебрій Р.І., 52

Целуйко О.А., 189  
Цимбалюк О.М., 209  
Ціжман Я.І., 27  
Цмоць В.М., 111

Чайківська Ю.М., 53  
Чирка М.І., 78  
Чича В.В., 164  
Чума О.В., 24

Шевчук Р.П., 135  
Шерекін О.О., 89  
Шолох О.О., 148  
Шпінталь М.Я., 165, 166, 188  
Шпортько Л.В., 114  
Шпортько О.В., 114  
Штанько Е.И., 204  
Штундер О.М., 54  
Шульц В.О., 146

Щупляк А.Н., 111

Юзефович Р.М., 56

Яворський І.М., 56  
Яворський М.В., 58  
Яйлимов Б.Я., 114  
Якименко І.З., 206  
Якубів Р.Є., 59  
Ясінчук В.І., 66  
Яцишин А.Ю., 185  
Яцків Н.Г., 80

Наукове видання

# Сучасні комп'ютерні інформаційні технології

Матеріали  
II Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених  
і студентів АСІТ'2012

**Відповідальний за випуск:**

*Дивак М. П., д. т. н., професор,  
декан факультету комп'ютерних інформаційних технологій*

Підписано до друку 20.04.2012 р.

Формат 60x84/16. Папір офсетний.

Друк офсетний. Зам. № 2-1599

Умов.-друк. арк. 25,31. Обл.-вид. арк. 26,87.

Тираж 100 прим.

Віддруковано ФО-П Шпак В. Б.

Свідоцтво про державну реєстрацію В02 № 924434 від 11.12.2006 р.

Свідоцтво платника податку: Серія Е № 897220

м. Тернопіль, вул. Просвіти, 6.

тел. 8 097 299 38 99

E-mail: tooums@ukr.net