

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**



**ComInt** *Computational  
Intelligence*  
2017

**IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ІНТЕЛЕКТ  
(РЕЗУЛЬТАТИ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ)**

**16-18 травня 2017 року  
(МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ)**

Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка



# **ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ІНТЕЛЕКТ (РЕЗУЛЬТАТИ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ)**

Матеріали  
IV-ої Міжнародної науково-практичної конференції

16-18 травня 2017 року, Україна, Київ

Київ – 2017

УДК 001.12:004.8+004.9

ББК 73

О26

*Науковий редактор:* Сниток В.Є., д.т.н, професор

*Програмний комітет:* Ю.П. Зайченко (голова), В.Є. Сниток (заступник голови), П.І. Бідок, Є.В. Бодяньський, А.Ф. Верпань, О.Ф. Волошин, Л.Ф. Гуляницький, Є.В. Івохін, Л.О. Кірченко, В.М. Котов, Ю.В. Крак, Н.М. Куосуль, В.І. Литвиненко, В.В. Литвинов, М.М. Маляр, К. Марков, Н.Д. Панкратова, О.М. Різник, О.Г. Руденко, Г. Сетпак, Ю.М. Тесля, А.А. Тимченко, Б.Є. Федунів, С.Д. Штовба.

*Організаційний комітет:* Ю.М.Тесля (співголова); В.Є.Сниток (співголова), О.В. Єгорова, С.Л. Гамоцька, О.О. Власенко, О.Є. Іларіонов.

*Секретар конференції:* Красовська Г.В.

О26 Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи): праці міжнар. наук.-практ. конф., 16-18 травня 2017 р., Київ-Черкаси : наук. ред. В.Є. Сниток. – К. ВПЦ "Київський університет", 2017. – 343 с.

У збірнику представлені тези доповідей 4-ї Міжнародної науково-практичної конференції "Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи) – 2017". Розглядаються філософські, теоретичні та прикладні аспекти, що відображають результати, проблеми і перспективи створення та використання інтелектуальних методів обчислень, а також розробки на їх базі інформаційних систем та технологій.

Ministry of Education and Science of Ukraine  
Taras Shevchenko National University of Kyiv



# **Computational Intelligence (Results, Problems and Perspectives)**

IV-th International Conference  
Kyiv, Ukraine, May 16-18, 2017

Proceedings

Kyiv – 2017

UDC 001.12:004.8+004.9

ББК 73

Q26

*Volume editor:* Vitaliy Ye. Snytyuk, Dr.Sc., Prof.

*Program Committee:* Yuriy P. Zaychenko (chair), Vitaliy Ye. Snytyuk (vice-chair), Petro I. Bidiuk, Yevhen V. Boryansky, Anatoliy F. Verlan, Oleksiy F. Voloshin, Leonid F. Hulyanytsky, Yevhen V. Ivokhin, L.O. Kirichenko, Volodymyr M. Kotov, Yuriy V. Krak, Natalia M. Kussul, Volodymyr I. Lytvynenko, Vitaliy V. Lytvynov, Mykola M. Malyar, Krassimir Markov, Nadiya D. Pankratova, Oleksandr M. Riznyk, Oleh H. Rudenko, Galina Sellak, Yuriy M. Teslya, Anatoliy A. Tymchenko, Borys Ye. Fedunov, Serhiy D. Shtovba

*Organizing Committee:* Yuriy M. Teslya (co-chair), Vitaliy Ye. Snytyuk (co-chair), Ganna V. Krasovska, OIha V. Yehorova, Snezhana L. Gamotska, Oksana O. Vlasenko, Oleh Ye. Illarionov

*Conference Secretary:* Ganna V. Krasovska

Q26 Computational Intelligence (Results, Problems and Perspectives): Proceedings of the International Conference, May 16-18, 2017, Kyiv-Cherkasy, Ukraine ; Vitaliy Ye. Snytyuk (Editor). – K. : VPC "Kyiv University", 2017. – 343 p.

This book includes abstracts of the 4th International Conference "Computational Intelligence (Results, Problems and Perspectives) – 2017". Philosophical, theoretical and applied aspects which describe the results, problems and prospects of the creation and use of intelligent computing methods and creating of information systems and technologies on their basis are reviewing.

## Preface · Передмова

### Шановні колеги! Дорогі друзі!

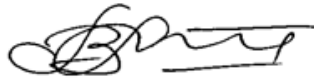
Четверта міжнародна конференція з обчислювального інтелекту «ComInt 2017» відбувається на фоні вражаючих успіхів штучного інтелекту. Стрімкий ріст технологій є причиною двох тенденцій: розробки і дослідження цілеспрямованих систем штучного інтелекту та росту тренду до використання таких систем. За останні два роки стали звичними такі терміни як «машинне навчання», «Інтернет речей», «віртуальна та доповнена реальність», «блокчейн», «хмарні сервіси», «глибинне навчання», «розпізнавання емоцій» та «безпілотні апарати».

Технології наближаються до людини, аналіз даних дозволяє зробити висновки про те, що для неї є дійсно важливим, надати рекомендації щодо вибору найкращої альтернативи. Для підприємців з'являється можливість аналізувати і систематизувати інформацію, якою вони володіють. Людство знаходиться на порозі нової технологічної революції, ми маємо готуватись до змін. Одним із їх локомотивів і є обчислювальний інтелект як сукупність технологій, що знаходяться на перетині природного і штучного інтелекту.

У цьому році на конференцію «ComInt 2015» подано більше 170 тез доповідей, заплановано більше 50 виступів учасників. Серед учасників конференції 71 доктор наук, 118 кандидатів наук, 4 докторанти, 44 аспіранти, 16 студентів та 2 учні.

Програмний і Організаційний комітет бажає учасникам конференції плідної роботи, цікавих наукових дискусій та приємного відпочинку у Києві.

Професор



**В.С. СНИТЮК**

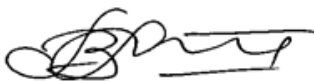
**Dear Colleagues, Dear Friends,**

The Fourth International Conference on Computational Intelligence "ComInt 2017" takes place against the background of the impressive artificial intelligence progress. The rapid technological advancement is the cause of two trends, including the development and research of the purposeful artificial intelligence systems and increasing trend towards using such systems. Over the last two years such terms as "machine learning", "Internet of things", "virtual and augmented reality", "blockchain", "cloud services", "deep learning", "emotion recognition" and "self-driving machines" have become commonplace. Technologies are getting closer to human; data analysis allows us to draw conclusions about things that are really important to us and it provides us with the recommendations on choosing the best alternative. Employers get a perfect opportunity to analyze and systematize information they have. Mankind is on the threshold of a new technological revolution, we have to prepare for changes. Computational intelligence as a set of technologies located at the intersection of natural and artificial intelligence is one of the locomotives of the upcoming changes.

More than 170 abstracts have been submitted to "ComInt 2015" conference; more than 50 participants are expected to give a speech. 71 Professors, 118 PhD, 4 postdoctoral students, 44 PhD students, 16 undergraduate students and 2 pupils are among the participants of the conference

Program and Organizing Committee wishes the participants of the conference fruitful work, interesting scientific discussions and a pleasant stay in Kyiv.

Professor



**Vitaliy Snytyuk**

# Table of contents · Зміст

## Plenary talks · Пленарні доповіді

<i>Zaychenko Yu.</i> Fundamentals of fuzzy portfolio optimization theory under uncertainty	17
<i>Snytyuk V.</i> A study of the applied distributions influence on the convergence of evolutionary algorithms	20
<i>Бондаренко В.Є.</i> Експертна система для діагностики стану складних об'єктів в умовах нерегулярних деструктивних впливів	22
<i>Горбачук В.М., Кулик В.В., Пілявський А.І., Сулейманов С.Б.</i> Комп'ютерний аналіз ефективності виробництва товарів і послуг у районах столиці України за 2016 р.	26
<i>Гуляницький Л.Ф.</i> Підвищення ефективності алгоритмів ОМК у задачах комбінаторної оптимізації	30
<i>Луценко І.А., Фомовська О. В., Сердюк О.Ю.</i> Розробка методу для формування оптимальної траєкторії зміни управлінь зв'язаних систем	34
<i>Руденко О.Г., Безсонов О.О.</i> Багатокритеріальна оптимізація коеволюційних нейромережових моделей	38
<i>Святогор Л.О.</i> Експериментальне дослідження методу когнітивного аналізу природномовного тексту (на прикладі казки «Ріпка»)	42
<i>Фефелов А.А., Литвиненко В.И., Тауф М.А., Лурье И.А.</i> Реконструкція системи дифференціальних рівнянь для моделювання генних регуляторних мереж з допомогою гібридної імунної системи	46
<i>Цейтлин Н.А., Горбач А.Н.</i> Статистическое исследование рекламной ТВ-компании	50

## Section 1 · Methodological aspects of intelligent computing Методологічні аспекти інтелектуальних обчислень

<i>Kupershtein L.M., Martyniuk T.B., Buda A.G., Krentsin M.D.</i> The methodology of autonomous neural network module designing in matlab for the medical diagnosis	57
<i>Прыходко С., Прыходко Н., Макарова Л., Пугаченко К.</i> Statistical anomaly detection technique based on normalizing transformations for multivariate non-gaussian data	59
<i>Zamula A.</i> Fuzzy logic control in complex systems modeling	61
<i>Бєсєдіна С.В., Черняк С.Б.</i> Особливості моделювання бізнес-процесів побудови інформаційно-аналітичної системи державної податкової служби	63

<i>Білощицький А.О., Кучанський О.Ю., Андрашко Ю.В.</i> Методи оцінювання результатів наукової діяльності науково-педагогічних працівників	65
<i>Власенко Н.В., Власенко О.М., Гороховатський В.О.</i> Кластерне подання опису при розпізнаванні зображень	67
<i>Івохін Є.В., Аджубей Л.Т.</i> Про підхід до оцінювання інтервалів належності найближчих до заданого цілого простих чисел	69
<i>Кіріченко Л.О., Зінкевич І.Е.</i> Аналіз класифікації фрактальних часових рядів на основі рекурентних діаграм	71
<i>Колесницький О.К.</i> Принципи побудови архітектури та варіанти апаратної реалізації нейрокомп'ютерів	72
<i>Минц А.Ю.</i> Классификация задач интеллектуального анализа данных	74
<i>Овчаренко О.С., Триус Ю.В.</i> Порівняльний аналіз еволюційних і популяційних методів оптимізації	76
<i>Прокопчук Ю.А., Белецкий А.С.</i> Модель задачі различення когнитивного агента	78
<i>Ракитянська Г.Б.</i> Оптимізація класифікаційних нечітких баз знань з використанням поліпшувальних підстановок	80
<i>Славгородский В.Ю.</i> Об проблеме моделирования человеческого интеллекта	82
<i>Сосницький О.В.</i> Проблема наукової класифікації людини: Homo Sapiens не існує	84
<i>Супрун О.О.</i> Використання методу статичних штрафів для покращення генетичного алгоритму	88
<i>Тимченко А.А., Снитюк В.Є.</i> Штучний інтелект в країні маятників	89
<i>Якимчук В.С., Носовець О.К.</i> Побудова класифікаційних моделей визначення патологічних станів за різними ознаками	91

## **Section 2 · Theoretical aspects of intelligent computing** **Теоретичні аспекти інтелектуальних обчислень**

<i>Kolchin A.</i> About efficiency problems of reachability proving using model checking approach	95
<i>Аксак Н.Г., Соколец Е.В.</i> Модель кооперации агентов сервис-ориентированной веб-системы	97
<i>Бєсєдіна С.В., Маленко І.О.</i> Інформаційна система прогнозування генотипу і фенотипу нащадків	99
<i>Вавіленкова А.І.</i> Математичний апарат системи порівняльного аналізу електронних текстових документів	101
<i>Василенко В.Г., Ширій В.В., Баклан І.В.</i> Особливості нової парадигми програмування – ймовірнісного програмування	103
<i>Величко В.Ю., Малахов К.С., Щуров А.С.</i> Информационная модель интеллектуального агента автоматизированного поиска научных работ	105
<i>Верлань А.Ф.</i> Интегральные динамические модели непрерывных систем	107
<i>Волошин О.Ф., Кудін В.І., Онищенко А.М.</i> Еволюційне моделювання складових еколого-економічної стратегії міжгалузевої взаємодії	109
<i>Дорошенко А.В., Ткаченко Р.О.</i> Метод комітету нейронних мереж в задачах розпізнавання в умовах довільного представлення класів даних	111



<i>Заболотній С.В., Ткаченко О.М.</i> Поліноміальні адаптивні процедури регресійного аналізу із використанням моделей негаусових помилок на основі статистик вищих порядків	113
<i>Захарченя В.С., Поволоцький Я.О., Єгорова О.В.</i> Про збіжність композиційного методу спрямованої оптимізації	115
<i>Івохін Є.В., Апанасенко Д.В., Науменко Ю.О.</i> Про підходи до моделювання розповсюдження реклами як процесу агрегації, обмеженої дифузиею	116
<i>Івохін Є.В., Махно М.Ф.</i> Про спосіб перетворення області допустимих розв'язків в чітких та нечітких задачах лінійного програмування	118
<i>Карташов А.В., Коробчинский К.П., Пичугина О.С.</i> Особенности реализации генетических алгоритмов в задачах евклидовой комбинаторной оптимизации	120
<i>Кожем'яко А.В., Васильківа О.С.</i> Аналіз та порівняльні характеристики нейрочипів	122
<i>Колечкина Л.Н., Дверная Е.А.</i> Подход к решению векторных задач с дробно-линейными функциями цели на комбинаторной конфигурации перестановок	124
<i>Кораблев Н.М., Фомичев А.А., Соловьев Д.Н., Малюков Р.Р.</i> Автоматическая классификация данных на основе иммунной модели клонального отбора	126
<i>Кравець П.О.</i> Матрична стохастична гра нейроагентів	128
<i>Малишев О.В.</i> Реінжиніринг піраміди знання	130
<i>Омельянчик Д.А.</i> Методи навчання з учителем в агентно-орієнтованих моделях обчислювальної економіки	132
<i>Паржин Ю.В., Серков О.А.</i> Модально-векторна теорія побудови детекторних нейронних мереж	134
<i>Пелешко Д.Д., Винокурова О.А., Ізонін І.В., Паровяк І.П.</i> Методика прискороного пошуку коефіцієнта кросингвера в задачах синтезу зображень підвищеної роздільної здатності	136
<i>Пришляк М.Ю., Субботин С.А., Олейник А.А.</i> Исследование методов обучения ограниченных машин Больцмана	138
<i>Прокопчук Ю.А.</i> Проблемные вопросы методологии управления	140
<i>Синеглазов В.М., Чумаченко О.І., Коваль Д.Ю.</i> Вдосконалення гібридного генетичного алгоритму для синтезу глибоких нейронних мереж	142
<i>Соколов А.Е.</i> Использование информационного пространства для оценки количества информации	144
<i>Стертен Ю., Верлань А.Ф., Фуртат Ю.О.</i> Способ разностной реализации интегральной модели динамического объекта	146
<i>Терлецький Д.О.</i> Узагальнення концепції неоднорідних класів об'єктів	148
<i>Тимофієва Н.К.</i> Про комбінаторну природу деяких задач з обчислювального інтелекту	150
<i>Тмєнова Н.П.</i> Проблеми при використанні сучасних методів автоматичної обробки текстів	152
<i>Удовенко С.Г., Чала Л.Е.</i> Експертна система формування шаблонів інтерфейсу користувача	154
<i>Чаплінський Ю.П.</i> Контекст при розв'язанні прикладних задач прийняття рішень	156
<i>Шубін І.Ю., Горбач Т.В., Снісар С.М.</i> Обчислення мінімальних форм алгебри скінченних предикатів	158
<i>Яджак М.С., Тютюнник М.І.</i> Деякі теоретичні результати стосовно паралельних алгоритмів дослідження складних систем	160

### Section 3 · Applied use of intelligent computing Прикладні застосування інтелектуальних обчислень

<i>Alhawawsha M.</i> E-government system architecture in Jordan: A comparison with the U.S E-government system	165
<i>Biloshchytskyi A., Kuchansky A.</i> Textual analytics and detection of near-duplicates in electronic documents	166
<i>Imamverdiyev Y.N.</i> Метод макро-корреляции событий в коллаборативных системах обнаружения атак	168
<i>Kozhukhivska O.A., Bidyuk P.I., Kozhukhivskyi A.D.</i> Adaptive forecasting of nonlinear nonstationary processes	170
<i>Lyaletski A., Naumenko A.</i> On language interfaces to data and knowledge bases	172
<i>Malyshko S.O.</i> Informational analytical system “NEWSCAPE” for decision support	174
<i>Musbah Z., Lehinevych T., Glybovets A.</i> Cross-language text classification with convolutional neural networks	178
<i>Oletsky O.</i> A non-linear optimization task for forming optimal sets of selective disciplines	180
<i>Pavlenko V., Salata D.</i> Constructing nonlinear dynamic model of oculo-motor system based on experimental studies of input-output	182
<i>Али Аль-Аммори, Дегтярева А.О., Хафед И.С. Абдулсалам, Верховецкая И.Н.</i> Информационный критерий оценки эффективности информационного резервирования	184
<i>Али Аль-Аммори, Ключан А.Е., Аль-Аммори Х.А.</i> Методы и средства повышения эффективности информационно-управляющих систем воздушных судов	187
<i>Ахметшина Л.Г.</i> Сегментация слабоконтрастных изображений на основе функций принадлежности в сингулярном базисе	191
<i>Антоненко Н.А., Желдак Т.А.</i> Використання методу групового врахування аргументів для прогнозування стійкості футеровки конвертера	193
<i>Багрий Р.О., Бармак О.В., Крак Ю.В., Стеля І.О.</i> Підхід до введення інформації при обмеженому усному мовленні	195
<i>Банах Р.І., Піскозуб А.З.</i> Збір та обробка метаданих зловмисника для виявлення імовірних місць його перебування з пристроїв стандарту IEEE 802.11	197
<i>Барабаш О.В., Мусієнко А.П.</i> Підвищення достовірності передачі інформації в системі моніторингу району надзвичайної ситуації	199
<i>Биченко А.О., Землянський О.М., Джулай О.М.</i> Постановка задачі розміщення датчиків систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій	200
<i>Бодяньський Є.В., Золотухін О.В., Рябова Н.В.</i> Класифікація політематичних текстових документів на основі нейро-фаззі технологій	202
<i>Буряченко М.М., Грибков С.В.</i> Використання середовища R для аналізу та виявлення причин виникнення некондиційної продукції у макаронному виробництві	204
<i>Вовчановський О.С., Кравченко О.В.</i> Застосування інформаційних технологій для розв’язку задач еколого-економічного моніторингу водних ресурсів	206
<i>Гайна Г.А.</i> Організація баз знань складних систем з використанням онтологічних і нечітких продукційних моделей	207
<i>Гальченко В.Я.</i> Визначення структури багатовимірних медичних даних в задачах класифікації засобами Visual Mining	209

<i>Гамоцька С.Л.</i> Управління проектними ризиками в ІТ-проектах	211
<i>Гнатієнко Г.М., Маляр М.М., Поліщук А.В.</i> Знаходження вагових коефіцієнтів для моделей задач багатокритеріального лінійного програмування	213
<i>Гожий О.П., Калініна І.О.</i> Використання багатокритеріальних генетичних алгоритмів для планування розподілу енергетичних ресурсів	215
<i>Гром Н.В., Семенова Н.В.</i> Двокритеріальна задача оптимізації виробництва конкуруючих двопродуктових еволюційних систем	217
<i>Данилевич С.Б.</i> Кластерний аналіз інвестиційної привабливості адміністративних регіонів України	219
<i>Дербаба В.А., Пацера С.Т.</i> Імітаційно-статистична модель інструментальних похибок вимірювання радіального биття зубчастих коліс	220
<i>Дідковський О.І.</i> Задача зниження витрат шляхом оптимізації енергоспоживання	222
<i>Доманецька І.М.</i> Адаптивне навчальне середовище для забезпечення компетентностей в галузі гідрометеорології	224
<i>Домрачев В.М., Плєскач В.Л.</i> Visual Prolog як середовище для побудови систем підтримки прийняття рішень	226
<i>Дяченко П.В.</i> Комп'ютерна модель імітації режимів динамічної навантаженості механічних коливальних систем	228
<i>Землянський О.М., Землянський О.М.</i> Особливості побудови СППР при створенні системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій	230
<i>Зінченко О.В., Желдак Т.А.</i> Побудова регресійної моделі стійкості футеровки кисневого конвертора	232
<i>Іларіонов О.Є., Іларіонова Н.М.</i> Використання теорії демпстера-шафера в аналізі результатів тестування	234
<i>Киричек Г.Г.</i> Ефективність розробки веб-сервісів	236
<i>Клименко К.В., Триус Ю.В.</i> Застосування ройових алгоритмів для розв'язування економічних задач умовної оптимізації	238
<i>Коломієць С.А., Єгорова О.В.</i> Математична модель формування команди проекту	240
<i>Колотій А.В., Столова О.В., Лавренюк М.С., Яйлимов Б.Я.</i> Глобальна карта земного покриття та інтелектуальні методи її валідації в межах ініціативи групи GEO	242
<i>Коновалов О.О., Сажок М.М., Селюх Р.А., Федорин Д.Я.</i> Мовленнєві інформаційні технології в інтелектуальних комунікаційних системах	244
<i>Конопля В.К., Кравченко О.В.</i> Застосування комп'ютерних технологій в спортивній індустрії розваг	246
<i>Корольов В.Ю., Огурцов М.І., Ходзінський О.М.</i> Про задачу побудови маршрутів руху для групи рухомих дистанційно керованих систем	247
<i>Красовська К.К., Красовська Г.В.</i> Аналіз підходів до розширення інструментарію банківських експертних систем з метою підвищення рівня конверсії продажів банківських продуктів	249
<i>Кришталь В.М.</i> Інтелектуальні технології розв'язання задачі комплектування аварійно-рятувальної техніки	251
<i>Круглов А.И.</i> Повышение эффективности технологии определения модели поведения пользователя социальной сети	252
<i>Кукуєва В.В., Лисиченко Г.В.</i> Квантово-хімічний пошук екологічно-безпечних вогнегасних речовин на основі їх структурних особливостей	253
<i>Кулагин А.Д., Ащепкова Н.С.</i> Застосування рекомендаційних блоків для підвищення конверсії інтернет-магазину	255

<i>Лавренюк М.С., Шуміло Л.Л.</i> Розпаралелювання процесу побудови часового ряду супутникових знімків	257
<i>Лахно В.А., Пупченко О.Ю.</i> Розробка систем підтримки прийняття рішень в слабо- формалізованих задачах захисту інформації	258
<i>Ліман В.В., Антонець О.С.</i> Формування репутації компанії в Інтернет	260
<i>Ломага М.М., Семенова Н.В.</i> Квадратичні задачі лексикографічно- паретівської оптимізації	262
<i>Маляр М.М., Шаркаді М.М.</i> Інформаційна технологія прийняття рішень при багатокритеріальному оцінюванні	264
<i>Мельник Р.А., Михавко І.В.</i> Аналіз та класифікація даних прогнозів погоди	266
<i>Меняйлов Е.С., Старцева А.В., Заярный А.В., Черныш С.В.</i> Применение методов вычислительного интеллекта для решения задач робастного оптимального проектирования и интеллектуального диагностирования систем и процессов	268
<i>Мирошник О.М., Землянський О.М.</i> Визначення місць розстановки пожежних автомобілів для подачі води способом перекачування за допомогою геоінформаційних систем	270
<i>Мисник Б.В.</i> Проектування бази знань в мультиагентній системі оптимізації функціонування підприємств галузі	271
<i>Мулеса О.Ю., Миронюк І.С.</i> Проектування інформаційної технології підтримки прийняття рішень в процесі функціонування сайту АРТ	272
<i>Науменко І.В.</i> Різновид генетичного алгоритму, як можливість удосконалення системи управління	274
<i>Ориховская К.Б.</i> Интеллектуальные средства для анализа тонких измерений биомедицинских сигналов под действием внешних изменений	276
<i>Осипенко В.В.</i> Критерії оптимальності в задачах бікластеризації з позицій індуктивного моделювання	278
<i>Остапенко В.О., Ковалюк Д.О.</i> Застосування Wonderware Intouch для візуалізації технологічного процесу ізомеризації н-бутану в ізобутан	280
<i>Павленко А.І.</i> Задача пошуку оптимального шляху в динамічних мережах: постановка і розв'язування методом міток	282
<i>Пасічник Т.В., Гошко Б.М.</i> Використання нечітких методів прийняття рішень в тваринництві	284
<i>Пашинська Н.М.</i> Використання інтелектуальних обчислень для моделювання даних пожежної небезпеки території	286
<i>Пашко А.О., Єременко Б.М., Кошарна Ю.В.</i> Оцінювання технічного стану мережі водопостачання на основі нечіткого виведення	288
<i>Пелевін Л.Є., Горбатюк Є.В., Горбатюк Н.Є.</i> Математична модель слідкуючого гідравлічного стабілізатора	290
<i>Поліщук В.В.</i> Модель рейтингової системи підвищення безпеки діяльності краудінвестиційних платформ	292
<i>Пустовойтов П.Е., Сивак В.А.</i> Моделирование механизма формирования трафика на пороге сети средствами OMNeT++	294
<i>Рябчун Ю.В., Нагорний Б.А.</i> Дослідження засобів ідентифікації здібностей абітурієнтів	296
<i>Сандраков Г.В.</i> Оптимальні обчислення параметрів масивів мікроголок	298
<i>Селіванова А.В., Мітрофанова Н.Ф.</i> Застосування інтелектуальних методів при створенні логістичних інформаційних систем	299
<i>Серпінська О.І., Теренчук С.А.</i> Дослідження сучасних інформаційних систем екологічного моніторингу	301

<i>Сидорук О.О., Шевчук А.В.</i> Розподілена оптоелектронна система екологічного моніторингу в режимі реального часу	303
<i>Силаков А.И., Уэрюмов М.Л.</i> Автоматизация построения гидравлической сети на базе технологической схемы производства	305
<i>Ситник О.О., Протасов С.Ю., Ключка К.М.</i> Інтегральний метод побудови моделей градієнтних давачів теплових потоків	307
<i>Соколова Н.А., Соколова О.В.</i> Застосування мурашиного алгоритму для підтримки прийняття рішень керівництва логістичної фірми	309
<i>Сорока П.М.</i> Використання дерева рішень для розв'язання економічних задач	311
<i>Степенко І.В., Єгорова О.В.</i> Розробка android-додатку для автосалону	313
<i>Стецюк П.І., Стовба В.О.</i> Метод еліпсоїдів для лінійної регресії	314
<i>Струзік В.А., Грибков С.В.</i> Розробка модуля інтелектуального аналізу даних для оцінки мережевої інфраструктури підприємства	316
<i>Струкало М.И., Горелик С.М., Мигель В.Л.</i> Метод расчета скорости передачи трафика приложений в канале взаимодействующих систем	317
<i>Субботін С.О.</i> Метод аналізу властивостей вибірок для побудови діагностичних моделей на основі масової розмірності	319
<i>Сусь Б.Б.</i> Використання засобів штучного інтелекту в електронних лабораторних роботах	321
<i>Штимак А.Ю.</i> Інформаційна технологія визначення рівня компетентності здобувачів вищої освіти	323
<i>Юхта О.А.</i> Практичне застосування online-алгоритмів на прикладі задачі про прокат лиж з двома опціями	325
<i>Якушенко А.С., Мирзоев А.Дж.</i> Генетический алгоритм в задачах диагностирования авиационных ГТД	327

**Section 4 · IT-education in Ukraine: problems and perspectives**  
**ІТ-освіта в Україні: проблеми та перспективи**

<i>Гарбич-Мошора О.Р., Ярема Г.І.</i> Змішане навчання: впровадження в навчальний процес коледжу нафти і газу	331
<i>Кавун С.В., Снитюк В.Є.</i> Світові тенденції розвитку спеціальностей «Комп'ютерні науки» й «Інформаційні системи та технології»	333
<i>Снитюк В.Є., Іларіонов О.Є.</i> Розробка магістерського стандарту підготовки зі спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»	336



---

## **Plenary talks**





UDC 519.8

**Yuriy Zaychenko**

Dr. of Science, professor

*Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute, Kiev*

## FUNDAMENTALS OF FUZZY PORTFOLIO OPTIMIZATION THEORY UNDER UNCERTAINTY

The beginning of modern investment theory was in the article H. Markowitz, "Portfolio Selection", which was released in 1952. In this article mathematical model of optimal portfolio of securities was first proposed. Methods of constructing such portfolios under certain conditions are based on theoretical and probabilistic formalization of the concept profitability and risk. For many years the classical theory of Markowitz was the main theoretical tool for optimal investment portfolio construction, after which most of the novel theories were only modifications of the basic theory. However, the global market crisis of recent years has shown that the existing theory of investment portfolio optimization and forecasting stock indices exhausted itself and a revision of the basic theory of portfolio management is strongly needed.

New approach in the problem of investment portfolio construction under uncertainty is connected with fuzzy sets theory. The basics of novel theory of investment portfolio optimization under uncertainty is presented in this paper based on fuzzy set theory and efficient forecasting methods.

Let's review the main principles and ideas of this approach [1, 2].

The risk of a portfolio is not its volatility, but possibility that expected profitableness of a portfolio will appear below some pre-established planned value  $r^*$ .

-Correlation of stock prices in a portfolio is not considered and not accounted.

-Profitableness of each security is not random but fuzzy number. Profitableness of a security on termination of ownership term is expected to be equal  $r$  and lies in a settlement interval.

-For  $i$ -th security denote:

$\bar{r}_i$  – the expected profitableness of the  $i$ -th security;

$r_{1i}$  – the lower border of profitableness of the  $i$ -th security;

$r_{2i}$  – the upper border of profitableness.

So profitableness of  $i$ -th security is a fuzzy number  $r_i = (\bar{r}_i, r_{1i}, r_{2i})$  with triangular, Gaussian or bell-shaped membership function.

Critical level of profitableness of a portfolio at the moment of T may be fuzzy triangular type number  $r^* = (r_1^*; \bar{r}^*; r_2^*)$  or crisp variable  $r^*$ .

In the direct problem the optimal structure of a portfolio should be determined which provides the maximum profitableness at the given risk level [3,4].

For triangular membership functions (MF) the math. model takes the form [3-5]:

$$\bar{r} = \sum_{i=1}^N x_i \bar{r}_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\frac{1}{\sum_{i=1}^N x_i r_{i2} - \sum_{i=1}^N x_i r_{i1}} \left( (r^* - \sum_{i=1}^N x_i r_{i1}) + (\sum_{i=1}^N x_i \tilde{r}_i - r^*) \ln \left( \frac{\sum_{i=1}^N x_i \tilde{r}_i - r^*}{\sum_{i=1}^N x_i r_{i1} - \sum_{i=1}^N x_i r_{i2}} \right) \right) =, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N x_i r_{i1} \leq r^*, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N x_i \tilde{r}_i > r^*, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1, \quad x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, N}. \quad (5),$$

where  $r$  is a portfolio profitableness,  $\beta$  is a desired risk, vector  $X$  satisfies (5).

The risk function  $\beta(x)$  depends on MF type for  $r$ . The corresponding expressions for  $\beta(x)$  for Gaussian and bell-shape MF were obtained in [6].

The dual problem the fuzzy portfolio optimization problem was formulated and analysed. In this problem the structure of portfolio should be determined which provides the minimum risk level at the set level of critical profitableness [5].

Its model is presented below

To minimize

$$\beta(x) \quad (6)$$

under conditions

$$\tilde{r} = \sum_{i=1}^N x_i \tilde{r}_i \geq r_{\text{зад}} = r^* \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1, \quad x_i \geq 0 \quad (8)$$

In the paper [3], it was proved that the risk function  $\beta(x)$  is convex

So the dual portfolio problem (5)-(7) is convex programming problem. Taking into account that constraints (7) are linear compose Lagrangian function:

$$L(x, \lambda, \mu) = \beta(x) + \lambda(r^* - \sum_{i=1}^N x_i \tilde{r}_i) + \mu(\sum_{i=1}^N x_i - 1). \quad (8)$$

The optimality conditions by Kuhn-Tucker are such [5]:

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = \frac{\partial \beta(x)}{\partial x_i} - \lambda \tilde{r}_i + \mu \geq 0, \quad 1 \leq i \leq N, \quad (9)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = -\sum_{i=1}^N x_i \tilde{r}_i + r^* \leq 0,$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = \sum_{i=1}^N x_i - 1 = 0. \quad (10)$$

and conditions of complementary slackness

This problem may be solved by standard methods of convex programming.

In order to decrease uncertainty due to unknown real share prices at the moment of portfolio construction the fuzzy inductive modeling method GMDH was suggested for share prices forecasting [7].

The corresponding software for fuzzy portfolio optimization in direct and dual problems was developed. The numerous experimental investigations of the suggested fuzzy portfolio theory were carried out and comparison with classical portfolio model by Markowitz were performed. The input data were stock prices of the leading companies presented at NYSE stock exchange.

In the report the results of these experiments are presented, analysed and discussed.

The main *conclusions* of experimental investigations are the following:

1. The optimal portfolios for the five assets at NYSE stock market were constructed.

2. The problem of stock prices forecasting for portfolio optimization was also investigated. The fuzzy GMDH was applied for stocks profitability forecasting at NYSE stock market in the problem of fuzzy portfolio optimization. The application of fuzzy GMDH enabled to decrease risk of the wrong decisions and to raise the groundness of decisions concerning portfolio content.

4. After analysis of the direct problem experiments it was detected that **the dependence “profitableness – risk” has descending type**, the greater risk the lesser is profitableness that is opposite to classical Markowitz model.

5. The dependence “risk versus given critical level of profitability  $r^*$ ” has ascending type.

6. As the main result of this research the fundamentals of theory of fuzzy portfolio optimization under uncertainty were developed based on fuzzy set approach and forecasting methods.

### Reference

1.Згуровский М.З., Зайченко Ю.П. Основы вычислительного интеллекта. Изд «Наукова думка», 2013.-4-6 с.

2.Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций [электронный ресурс] – Режим доступа: [logic-bratsk.ru/radio/fuzzy/nedosek/book23.pdf](http://logic-bratsk.ru/radio/fuzzy/nedosek/book23.pdf)

3.Зайченко Ю.П., Малихех Есфандиярфард. Оптимизация инвестиционного портфеля в условиях неопределенности// Системні дослідження та інформаційні технології.-№2-2008.-с. 59-76.

4.Зайченко Ю.П., д.т.н., проф.,Малихах Есфандиярфард,Заика А.И. Анализ инвестиционного портфеля на основе прогнозирования курсов акций // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка.»» Київ ТОО «ВЕК+», №47 – 2007, - С. 168-179.

5.Зайченко Юрий, Ови Нафас Агаи Аг Гамиш. Исследование двойственной задачи оптимизации инвестиционного портфеля в нечетких условиях. Natural and Artificial Intelligence. ITNEA. Sofia, Bulgaria .-2010.- pp. 115-128

6.Yuri Zaychenko, Inna Sydoruk. Direct and dual problem of investment portfolio optimization under uncertainty// International Journal” Information Technologies&Knowledge. Volume 8 ,Number3,, 2014.-225-242 8,

7.Зайченко Юрий. Нечеткий метод индуктивного моделирования в задачах прогнозирования на фондовых рынках. International Journal “Information Models and Analysis”. Vol.1, № 4. 2012.-pp.303-317

**UDC 004.8****Vitaliy Snytyuk**

Dr. of Sci., Professor, Head of Department

*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv***A STUDY OF THE APPLIED DISTRIBUTIONS INFLUENCE  
ON THE CONVERGENCE OF EVOLUTIONARY ALGORITHMS****Introduction.** We consider the well-known optimization problem

$$f(x) \rightarrow \max, x \in X \subset R^d. \quad (1)$$

If the function  $f(x)$  is discontinuous, polyextreme, then stochastic methods are used to solve problem (1). To this class of methods belong evolutionary algorithms, in which probabilistic constructions are used in conjunction with the principles of nature functioning nature [1]. Most often in practical applications are used genetic algorithms and evolutionary strategies. Relatively new are technologies such as ant colony optimization, particle swarm optimization, swarm optimization, hunting search, firefly algorithm, harmony search, cuckoo search as well as memetic and cooperative algorithms. All of them have both common and different characteristics and are used as a rule for solving problems of continuous or discrete optimization.

**Stochastic constructions in evolutionary algorithms.** Evolutionary algorithms (EA) as stochastic search methods are considered methods of searching for a global optimum. However, its location is not guaranteed, but there is convergence in probability. For some EA such convergence is proved. Probabilistic constructions in EA are designed to guarantee the diversity of the decisions population, to implement the choice of solutions, to implement hereditary variability. Such operations make it possible to increase the chances of finding a global optimum and "knocking out" the objective function from local optima.

There are EA in which offsprings are generated using different kinds of distributions (most often, normal) and there are EA in which it is possible to decrease the values of the objective function. Algorithms of the second kind, as a rule, are oriented toward solving problems of a similar nature, but not identical to the problem (1). In the report are being considered a number of modified EA, in particular, simulated annealing, evolutionary strategies, cuckoo search, in which probabilistic distributions are used, which allows to decrease the values of the objective function for knocking it out of local optima. We note that, for example, for probabilistic convergence of genetic algorithms, one of the requirements is the monotonicity of the mean values of the objective function in the population.

**«Tails» of the distribution density functions.** As a distribution with using which we will model the decreasing of the objective function values, we will use the Lévy distribution [2,3] and the Boltzmann distribution.

The density of the Lévy distribution  $f(x, c, \mu) = \sqrt{\frac{c}{2\pi}} \frac{e^{-\frac{c}{2(x-\mu)}}$ , where  $\mu$  is the allocation parameter,  $c$  is the scaling factor. Boltzmann distribution density function

$f(x) = e^{-\frac{kx}{T}}$ , where  $T$  is the temperature. The Boltzmann distribution has a finite variance, the Lévy distribution is a stable distribution for which a «heavy tail» is characteristic (Fig. 1). Such distribution properties are used to decrease (improve) the values of the objective function. We recall that using the Boltzmann distribution describes the annealing of a metal. The Lévy distribution describes the behavior of many insects and animals, the behavior of hunters, the movement of banknotes. Both in the first and in the second case, the processes described by the Boltzmann and Lévy distributions are processes of random walk. For a random walk obeying the Boltzmann distribution, the probability of "bad" changes in the objective function decreases with each iteration to zero. In the case of the Lévy distribution (Fig. 2), this probability decreases much more slowly, which allows the objective function values to decrease for a long, practically infinite time.

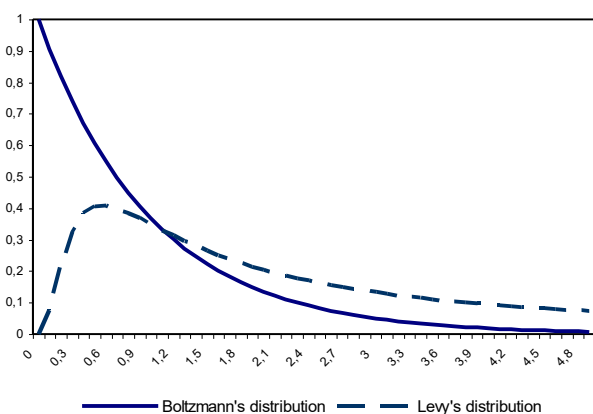


Fig.1. Density of distribution

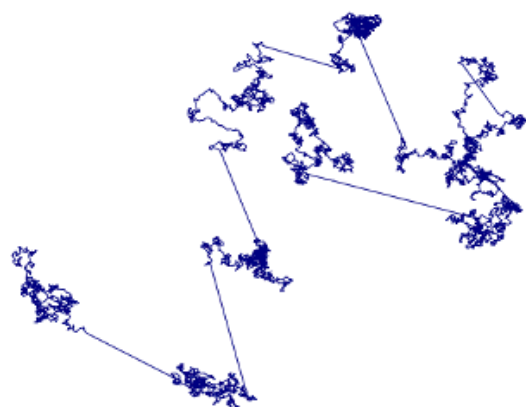


Fig. 2. Lévy flight (from Wikipedia)

**Conclusion.** The report carries out a comparative analysis of EA, in which distributions with finite and infinite variance are used. Modifications of simulated annealing, evolutionary strategies, and cuckoo search were proposed, which allowed to increase the accuracy of solving the optimization problem and to decrease its search time in comparison with other methods of stochastic optimization.

### References

1. Simon, D. (2013). Evolutionary Optimization algorithms. Wiley, 772 p.
2. Brown, C.T., Liebovitch, L.S., Glendon, R. (2007) Lévy Flights in Dobe Ju/'hoansi Foraging Patterns. Human Ecology, Vol. 35, Issue 1, pp. 129-138.
3. Yang, X.-S., Deb, S. (2009). Cuckoo search via Lévy flights. In Proc. of World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing, India, IEEE Publications, USA, pp. 210-214.

УДК 62.19

**В.Є. Бондаренко**

д.т.н., доцент, професор

*Державний університет телекомунікацій, Київ***ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ НЕРЕГУЛЯРНИХ ДЕСТРУКТИВНИХ ВПЛИВІВ**

**Вступ.** Діагностика стану сучасних складних систем (телекомунікаційні і енергетичні мережі, електростанції і т.п.), особливо в умовах обмеження часу, являється однією з найскладніших проблем, вирішення якої часто знаходиться за межами фізичних можливостей людини. Тому, з розвитком таких складних систем, інтенсивно розвиваються роботи, які дають теоретичну базу і практичні методології побудови експертних систем, які допомагають спеціалістам оцінювати стан складних систем і приймати адекватні рішення щодо безаварійного управління ними [1-2], а також дають можливість попередити аварійні і катастрофічні ситуації в системах.

Особливо важлива діагностика складних систем у випадках нерегулярних деструктивних впливів, коли застосувати статистичні методи для аналізу ситуації досить проблематично.

Тому, основна мета роботи розглянути підхід до побудови експертних систем діагностики, який базується на суб'єктивних ймовірнісних оцінках зв'язку між станами складної системи і випадковими не систематичними ознаками, які спостерігаються у різних станах в процесі функціонування системи.

**Оцінка суб'єктивних ймовірностей станів і ознак функціонування системи**

Нехай є набір  $n$  станів  $D_1, D_2, \dots, D_n$  складної технічної системи. Наприклад, телекомунікаційна мережа повністю працездатна, частина мережі відключена, мережа повністю непрацездатна. Нехай є набір  $m$  ознак  $k_1, k_2, \dots, k_m$ , які супроводжують стани системи. Наприклад, розрив кабелю, ураження мультиплектора.

Оскільки важко проводити числові статистичні експерименти з діючою складною системою, то для аналізу будемо використовувати суб'єктивні ймовірності[3]. Такі ймовірності обчислюються на основі думки експертів.

Оцінка експертів формується у матрицю виду:

	$D_1$	$D_2$	...	$D_n$
$D_1$	1			
$D_2$		1		
...			1	
$D_n$				1

У клітки матриці заносяться оцінки експертів  $a_{ij}$ , які означають у скільки разів частіше стан  $D_i$ , яким помічений рядок матриці зустрічається частіше ніж стан  $D_j$ , яким помічений стовпець матриці. З такого визначення видно, що головна діагональ матриці має одиничні значення.

Таким чином, якщо  $D_i = pD_j$ , тобто стан  $D_i$  системи зустрічається в  $p$  раз частіше стану  $D_j$ , то звідси маємо  $D_j = 1/p D_i$ .

Тобто, якщо оцінка  $a_{ij} = p$ , то  $a_{ji} = 1/p$ , а  $a_{ii} = 1$ .

Аналогічно матриці станів системи, експерти будують для кожного стану  $D_l$  системи матрицю ознак, де кожен рядок і стовпець матриці помічено ознаками  $k_1, k_2, \dots, k_m$ , які спостерігаються в стані  $D_l$  системи.

$D_l$	$k_1$	$k_2$	...	$k_m$
$k_1$	1			
$k_2$		1		
...			1	
$k_m$				1

Для матриці ознак, як і для матриці станів системи, мають місце співвідношення:  $b_{ij} = p$ , то  $b_{ji} = 1/p$ , а  $b_{ii} = 1$ .

У клітці матриці заносяться оцінки експертів  $b_{ij}$ , які означають у скільки разів частіше ознака  $k_i$ , якою помічений рядок матриці зустрічається у стані  $D_l$  частіше ніж ознака  $k_j$ , якою помічений стовпець матриці.

Для визначення суб'єктивної ймовірності, як станів, так і ознак у кожному стані, необхідно визначити власний вектор матриць і нормувавши його на одиницю, отримаємо суб'єктивну ймовірність.

Власний вектор  $\{c_r\}_{r=1}^n$  приблизно можна обчислити за таким співвідношенням:

$$c_r = (a_{r1} \times a_{r2} \times \dots \times a_{rm})^{1/n}, (1)$$

де  $a_{ij}$  – елементи матриці станів,  $n$  – кількість станів системи.

Суб'єктивні ймовірності  $P(D_l)$  для станів  $D_l$  обчислюються за формулою нормування

$$P(D_l) = \frac{c_l}{\sum_{i=1}^n c_i}. (2)$$

Умовні суб'єктивні ймовірності  $P(k_i / D_j)$  присутності ознаки  $k_i$ , коли має місце стан  $D_j$ , обчислюються аналогічно обчисленням суб'єктивної ймовірності  $P(D_i)$  для станів  $D_i$ .

#### Алгоритм побудови експертної системи

Використовуючи формулу Байеса [4], обчислимо суб'єктивні ймовірності станів складної системи, коли має місце множина ознак  $B$ .

$$P(D_i / B) = \frac{P(D_i)P(B/D_i)}{\sum_{j=1}^n P(D_j)P(B/D_j)}, (3)$$

де  $B \subset k$  – підмножина множини ознак  $k = \{ k_1, k_2, \dots, k_m \}$ .

Якщо деяка  $i$ -та ознака з множини  $B$  відсутня у стані системи  $D_j$ , то це означає, що її ймовірність  $1 - P(k_i / D_j)$ , де  $P(k_i / D_j)$  – ймовірність присутності ознаки  $k_i$  коли має місце стан  $D_j$ .

Ймовірність  $P(B/D_j)$ , якщо всі ознаки з множини  $B$  присутні коли система знаходиться в стані  $D_j$  задається виразом:

$$P(B / D_j) = P(k_1 / D_j) P(k_2 / D_j) \dots P(k_m / D_j)$$

Якщо деяка  $t$ -та ознака з множини  $B$  відсутня для стану  $D_j$  системи, то

$$P(B / D_j) = P(k_1 / D_j) P(k_2 / D_j) (1 - P(k_t / D_j)) \dots P(k_m / D_j)$$

Розглянемо простий приклад. Нехай експерти сформували матрицю станів деякої системи у такому вигляді.

	$D_1$	$D_2$	$D_3$
$D_1$	1	1/6	1/9
$D_2$	6	1	1/9
$D_3$	9	9	1

Тоді суб'єктивні ймовірності станів  $D_j$  розраховуються за (1) і (2). Звідки отримаємо  $P(D_1)=0,05$ ;  $P(D_2)=0,15$ ;  $P(D_3)=0,8$ .

Нехай матриці ознак для кожного стану експерти задали у такому вигляді.

$D_1$	$k_1$	$k_2$	$D_2$	$k_1$	$k_2$	$D_3$	$k_1$	$k_2$
$k_1$	1	1/2	$k_1$	1	1/1,5	$k_1$	1	8
$k_2$	2	1	$k_2$	1,5	1	$k_2$	1/8	1

Виконуючи розрахунки, аналогічні до розрахунків суб'єктивної ймовірності станів, отримаємо  $P(k_1/D_1)=0,33$ ;  $P(k_2/D_1)=0,66$ ;  $P(k_1/D_2)=0,4$ ;  $P(k_2/D_2)=0,58$ ;  $P(k_1/D_3)=0,89$ ;  $P(k_2/D_3)=0,11$ .

Визначимо ймовірність стану системи  $D_1$  за (3), якщо обидва показники  $k_1$  і  $k_2$  мають місце.  $B = \{k_1, k_2\}$ .

$$P(D_1/B) = \frac{P(D_1)P(k_1/D_1)P(k_2/D_1)}{P(D_1)P(k_1/D_1)P(k_2/D_1) + P(D_2)P(k_1/D_2)P(k_2/D_2) + P(D_3)P(k_1/D_3)P(k_2/D_3)} =$$

$$= 0,05 \times 0,33 \times 0,66 / (0,05 \times 0,33 \times 0,66 + 0,15 \times 0,4 \times 0,58 + 0,8 \times 0,89 \times 0,11) = 0,085.$$

Визначимо ймовірність станів системи  $D_j$ , для різних комбінацій ознак  $k_1$  і  $k_2$ . Отримані результати подамо у вигляді табл.1.

Таблиця 1 - Результати розрахунків суб'єктивних ймовірностей станів системи

Випадки присутності ознак	Стани системи		
	$D_1$	$D_2$	$D_3$
Обидві ознаки $k_1$ і $k_2$ присутні. $B = \{k_1, k_2\}$	0,085	0,293	0,621
Обидві ознаки $k_1$ і $k_2$ відсутні. $B = \{\overline{k_1}, \overline{k_2}\}$	0,083	0,313	0,604
Ознака $k_1$ присутня, ознака $k_2$ відсутня.	0,008	0,041	0,951
Ознака $k_1$ відсутня, ознака $k_2$ присутня.	0,248	0,639	0,113

### Програмна реалізація експертної системи

На основі описаного підходу, розроблена експертна система. Програмна реалізація експертної системи виконана на мові C++ в середовищі системи C++ Builder. Загальний вигляд головного вікна системи наведений на рис.1.

**Висновки.** Представлений в роботі алгоритм дозволяє будувати групою експертів оцінки суб'єктивних ймовірностей деструктивних впливів на складні системи (телекомунікаційні, комп'ютерні мережі).



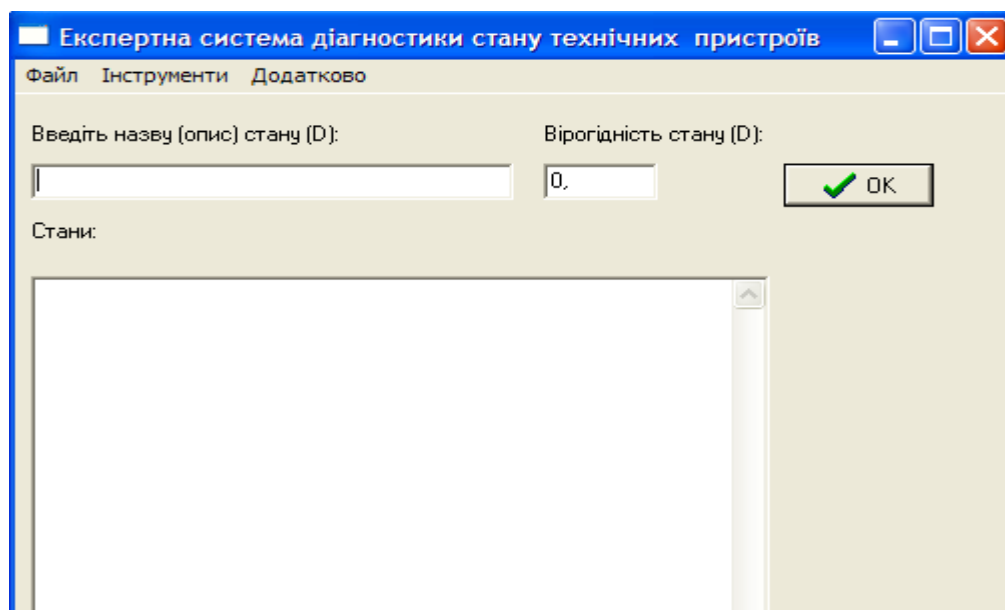


Рис.1. Головне вікно експертної системи

На основі суб'єктивних ймовірностей, станів системи і ознак, що спостерігаються у різних її станах, використовуючи формулу Байеса, запропонований метод побудови експертних систем, який дає можливість спостерігаючи за ознаками, що супроводжують функціонування системи, робити висновки щодо текущего стану системи.

Базуючись на запропонованому методі побудови експертних систем, розроблена на мові C++ в середовищі системи C++ Builder експертна система, експерименти з якою показали можливість оцінки суб'єктивної ймовірності стану складної системи особою, що приймає рішення.

Підвищення якості роботи експертної системи потребує врахування рівня довіри до компетентності експертів, а також швидкості зміни довіри до експертів особою, що приймає рішення.

#### Список використаних джерел

1. Бакланов И.Г. Тестирование и диагностика систем связи/ И.Г. Бакланов // - Москва: Эко-Трендз, 2001. – 236 с.
2. Биргер И. А. Техническая диагностика/ И. А. Биргер// - Москва: Машиностроение, 1978. -240 с.
3. Бондаренко В.С. Элементы суб'єктивної теорії ймовірностей для оцінки можливості шкідливих впливів і деструктивних дій в комп'ютерних мережах/ В.С. Бондаренко // Наукові записки українського науково-дослідного інституту зв'язку. -2014. - № 4(32). -с. 17-21.
4. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика/ В.Е. Гмурман// Москва: Высшее образование. 2005. -346 с.

УДК 519.8

<sup>1</sup> **В.М. Горбачук**

д.ф.-м.н., старший науковий співробітник, старший науковий співробітник

<sup>2</sup> **В.В. Кулик**

к.е.н., докторант

<sup>3</sup> **А.І. Пілявський**

д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри

<sup>4</sup> **С.-Б. Сулейманов**

магістр, аспірант

<sup>1,4</sup> *Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ*<sup>2</sup> *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ*<sup>3</sup> *Львівський торговельно-економічний університет, Львів*

## КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТОВАРІВ І ПОСЛУГ У РАЙОНАХ СТОЛИЦІ УКРАЇНИ ЗА 2016 Р.

У столиці України – м. Києві – за 2016 р. середня нарахована середньомісячна зарплата (ЗП) працівників зросла на 24% порівняно з 2015 р., капітальні інвестиції (КІ) зросли на 21%, реалізована промислова продукція (РПП) зросла на 19% (табл. 1, 2) [1]. Прямі іноземні інвестиції (ПІ) (акціонерний капітал) за неповні два роки – від 01.01.2015 (2015.01) до 01.10.2016 (2016.10) – зросли на 1,739 млрд.дол – від 22,889 до 24,628 млрд.дол (табл. 2, 3). Цей приріст є порівнянним із загальними обсягами ПІ в Одещину [2] чи Полтавщину [3], постійне населення (ПН) яких є порівнянним з ПН Києва – 2884454 людей на 2017.01. При цьому ПІ у Шевченківському районі зросли на 1,143 млрд.дол, у Голосіївському – на 786 млн.дол, у Солом'янському районі – на 583 млн.дол. Зважаючи на сучасну міжнародну ринкову кон'юнктуру, потокам акціонерного капіталу в Україні сприяла б належна організація ринку цінних паперів в Україні.

Таблиця 1. ЗП (грн), КІ (тис.грн), РПП (тис.грн), постійне населення (ПН) (осіб)

Місто / Район	ЗП	ЗП	КІ	КІ	РПП	РПП	ПН
Період	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2017.01
м.Київ	6732	8648	80216838	96810656	124415069	148250406	2884454
Голосіївський	7374	9481	6022266	7208115	9267522	12536778	248827
Дарницький	4923	6008	3307078	3072709	4665472	4665678	329563
Деснянський	4331	5429	1482674	1934179	1393417	1763053	366333
Дніпровський	5106	6980	2532796	3079363	6392256	7623082	353464
Оболонський	5693	7146	3185226	2952838	6099185	6812510	318532
Печерський	7393	9591	19354646	28636027	50826809	59848649	150368
Подільський	8255	11002	6001637	9146398	18794990	21766526	196625
Святошинський	5208	6735	3101610	1837328	5775955	5539895	335287
Солом'янський	6613	8007	15718768	11158496	9440717	8758796	368060
Шевченківський	7712	9920	19510137	27785203	11758746	18935438	217395

Подібно до Дніпропетровщини [4], Одещини [2], Полтавщини [3], вимірюватимемо ефективність виробництва у Києві за допомогою залишків оцінювання виробничої функції на спостереженнях виробництва у районах Києва [5]. Для 10 районів Києва за 2015 р. і 2016 р. вимірювалися у гривнях РПП на душу населення ( $\text{РППД} = \text{РПП} / \text{ПН}$ ), КІ на душу населення ( $\text{КІД} = \text{КІ} / \text{ПН}$ ), річна зарплата ( $\text{РЗП} = 12 \times \text{ЗП}$ ) (табл. 2, 3). Для виробничої функції Кобба–Дугласа  $\ln \text{РППД} = a \ln \text{РЗП} + b \ln \text{КІД} + c$  ( $a, b, c$  – оцінювані параметри) на 10 структурних (cross-section) спостереженнях 2015 р. і 2016 р. за допомогою MS Excel було знайдено залишки регресії (ЗР). У табл. 2–7 жирним виділено значення спостережень, вищі відповідного медіанного за районами. Економічним лідером Києва є Печерський район, який мав найбільші ЗР у 2015–2016 рр. (табл. 2, 3); Подільський район погіршив свою виробничу ефективність у 2016 р.; Оболонський і Святошинський райони мають порівняно вищу ефективність при нижчих рівнях ЗП, КІД і РППД.

Таблиця 2. Значення  $\ln \text{РППД}$ ,  $\ln \text{РЗП}$ ,  $\ln \text{КІД}$ , ЗР, ПП (тис.дол) у 2015 р.

Місто / Район	РЗП	КІД	$\ln \text{РЗП}$	$\ln \text{КІД}$	РППД	$\ln \text{РППД}$	ЗР	ПП
Період	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015.01
м.Київ	80784	27810	11,30	10,23	43133	10,67		22889192
Голосіївський	<b>88488</b>	<b>24203</b>	11,39	10,09	<b>37245</b>	10,53	-0,24	<b>2613839</b>
Дарницький	59076	10035	10,99	9,21	14157	9,56	0,09	664603
Деснянський	51972	4047	10,86	8,31	3804	8,24	-0,43	124688
Дніпровський	61272	7166	11,02	8,88	18085	9,80	<b>0,47</b>	1765915
Оболонський	68316	10000	11,13	9,21	19148	9,86	<b>0,12</b>	1032815
Печерський	<b>88716</b>	<b>128715</b>	11,39	11,77	<b>338016</b>	12,73	<b>0,93</b>	<b>5229176</b>
Подільський	<b>99060</b>	<b>30523</b>	11,50	10,33	<b>95588</b>	11,47	<b>0,35</b>	<b>1848187</b>
Святошинський	62496	9251	11,04	9,13	17227	9,75	<b>0,23</b>	604219
Солом'янський	<b>79356</b>	<b>42707</b>	11,28	10,66	<b>25650</b>	10,15	-0,76	<b>2446504</b>
Шевченківський	<b>92544</b>	<b>89745</b>	11,44	11,40	<b>54089</b>	10,90	-0,76	<b>6559246</b>
Медіана	73836	17119	11,21	9,65	22399	10,01	0,10	1807051

Таблиця 3. Значення  $\ln \text{РППД}$ ,  $\ln \text{РЗП}$ ,  $\ln \text{КІД}$ , ЗР, ПП (тис.дол) у 2016 р.

Місто / Район	РЗП	КІД	$\ln \text{РЗП}$	$\ln \text{КІД}$	РППД	$\ln \text{РППД}$	ЗР	ПП
Період	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016.10
м.Київ	103776	33563	11,55	10,42	51396	10,85		24628473
Голосіївський	<b>113772</b>	<b>28968</b>	11,64	10,27	<b>50384</b>	10,83	-0,18	<b>3400307</b>
Дарницький	72096	9324	11,19	9,14	14157	9,56	<b>0,13</b>	672274
Деснянський	65148	5280	11,08	8,57	4813	8,48	-0,42	91451
Дніпровський	83760	8712	11,34	9,07	21567	9,98	<b>0,29</b>	1472837
Оболонський	85752	9270	11,36	9,13	21387	9,97	<b>0,19</b>	1030785
Печерський	<b>115092</b>	<b>190440</b>	11,65	12,16	<b>398015</b>	12,89	<b>0,78</b>	<b>4991201</b>
Подільський	<b>132024</b>	<b>46517</b>	11,79	10,75	<b>110701</b>	11,61	0,04	<b>1734681</b>
Святошинський	80820	5480	11,30	8,61	16523	9,71	<b>0,36</b>	503535
Солом'янський	<b>96084</b>	<b>30317</b>	11,47	10,32	<b>23797</b>	10,08	-0,61	<b>3029078</b>
Шевченківський	<b>119040</b>	<b>127810</b>	11,69	11,76	<b>87102</b>	11,37	-0,58	<b>7702325</b>

Медіана 90918 19146 11,42 9,71 22682 10,03 0,08 1603759

Таблиця 4. Значення ЗП, КІ, ln(ЗЗП), lnКІД, РПП, П, lnРПД, ЗР за 2016:3

Місто / Район	ЗП	КІ	ln(ЗЗП)	lnКІД	РПП	П	lnРПД	ЗР
Період	2016:3	2016:3	2016:3	2016:3	2016:3	2016:3	2016:3	2016:3
м.Київ	7768	15642853	10,06	8,60	36654634	39582376	10,18	
Голосіївський	8065	1411856	<b>10,09</b>	<b>8,64</b>	2392687	4032472	<b>10,16</b>	-0,18
Дарницький	5433	528352	9,70	7,38	969189	1366464	8,87	<b>0,00</b>
Деснянський	5033	345817	9,62	6,85	376232	974657	8,21	-0,16
Дніпровський	6366	782563	9,86	7,70	1822618	1424770	9,13	-0,19
Оболонський	6676	547866	9,90	7,45	1027353	2351163	9,27	<b>0,08</b>
Печерський	8636	4586351	<b>10,16</b>	<b>10,33</b>	18545254	7496700	<b>12,06</b>	<b>0,38</b>
Подільський	10234	1157820	<b>10,33</b>	<b>8,68</b>	4756728	4243135	<b>10,73</b>	<b>0,05</b>
Святошинський	5934	366978	9,79	7,00	1121334	1974569	9,13	<b>0,43</b>
Солом'янський	7591	1289936	<b>10,03</b>	<b>8,16</b>	2379839	4074318	<b>9,77</b>	-0,12
Шевченківський	8730	4625314	<b>10,17</b>	<b>9,97</b>	3263398	11644130	<b>11,14</b>	-0,29
Медіана	7134	970192	9,97	7,93	2101229	3191818	9,52	-0,06

Таблиця 5. Значення ЗП, КІ, ln(6ЗП), lnКІД, РПП, П, lnРПД, ЗР за 2016:6

Місто / Район	ЗП	КІ	ln(6ЗП)	lnКІД	РПП	П	lnРПД	ЗР
Період	2016:6	2016:6	2016:6	2016:6	2016:6	2016:6	2016:6	2016:6
м.Київ	7995	35278337	10,78	9,41	70009138	84741823	10,89	
Голосіївський	8399	2954110	<b>10,83</b>	<b>9,38</b>	5691684	9418901	<b>11,01</b>	-0,07
Дарницький	5623	1356290	10,43	8,32	2109896	3077031	9,66	-0,03
Деснянський	5093	764424	10,33	7,64	777155	1950719	8,92	-0,18
Дніпровський	6539	1148692	10,58	8,09	3422727	2941754	9,80	-0,03
Оболонський	6782	1154182	10,61	8,20	3029919	4990060	10,13	<b>0,17</b>
Печерський	8854	10264762	<b>10,88</b>	<b>11,13</b>	29967432	15847867	<b>12,63</b>	<b>0,37</b>
Подільський	10320	2443923	<b>11,03</b>	<b>9,43</b>	9574667	9380486	<b>11,48</b>	<b>-0,02</b>
Святошинський	6220	775351	10,53	7,75	2648342	4047629	9,90	<b>0,38</b>
Солом'янський	7742	4611777	<b>10,75</b>	<b>9,44</b>	4833279	8585733	<b>10,50</b>	-0,46
Шевченківський	9046	9804826	<b>10,90</b>	<b>10,72</b>	7954037	24501644	<b>11,91</b>	-0,13
Медіана	7262	1900107	10,68	8,85	4128003	6787896	10,32	-0,03

Таблиця 6. Значення ЗП, КІ, ln(9ЗП), lnКІД, РПП, П, lnРПД, ЗР за 2016:9

Місто / Район	ЗП	КІ	ln(9ЗП)	lnКІД	РПП	П	lnРПД	ЗР
Період	2016:9	2016:9	2016:9	2016:9	2016:9	2016:9	2016:9	2016:9
м.Київ	8231	58406145	11,21	9,92	101157024	133888206	11,31	
Голосіївський	8790	4885875	<b>11,28</b>	<b>9,89</b>	9004179	15337838	<b>11,49</b>	-0,04
Дарницький	5795	2039409	10,86	8,73	3135168	4820924	10,09	<b>-0,02</b>
Деснянський	5211	1407800	10,76	8,25	1264590	3023691	9,37	-0,27
Дніпровський	6716	1687813	11,01	8,47	5474212	4757445	10,27	<b>0,07</b>
Оболонський	6927	1987052	11,04	8,74	5057866	7786158	10,60	<b>0,18</b>
Печерський	9120	16783294	<b>11,32</b>	<b>11,62</b>	39135145	24511106	<b>12,96</b>	<b>0,31</b>
Подільський	10440	5434181	<b>11,45</b>	<b>10,23</b>	15074892	14849031	<b>11,93</b>	-0,10
Святошинський	6397	1239034	10,96	8,21	4112847	6098478	10,32	<b>0,36</b>
Солом'янський	8061	6808641	<b>11,19</b>	<b>9,83</b>	6682544	13486945	<b>10,91</b>	-0,43

Шевченківський	9296	16133046	<b>11,33</b>	<b>11,21</b>	12215584	39216590	<b>12,37</b>	-0,06
Медіана	7494	3462642	11,12	9,28	6078378	10636551	10,76	-0,03

Таблиця 7. Значення ЗП, КІ, lnЗП, lnКІД, РПП, П, lnРПД, ЗР за 2016 р.

Місто / Район	ЗП	КІ	lnЗП	lnКІД	РПП	П	lnРПД	ЗР
Період	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016
м.Київ	8648	96810656	11,55	10,42	148250406	133888206	11,49	
Голосіївський	9481	7208115	<b>11,64</b>	<b>10,27</b>	12536778	15337838	<b>11,63</b>	-0,06
Дарницький	6008	3072709	11,19	9,14	4665678	4820924	10,27	<b>0,03</b>
Деснянський	5429	1934179	11,08	8,57	1763053	3023691	9,48	-0,25
Дніпровський	6980	3079363	11,34	9,07	7623082	4757445	10,46	<b>0,01</b>
Оболонський	7146	2952838	11,36	9,13	6812510	7786158	10,73	<b>0,21</b>
Печерський	9591	28636027	<b>11,65</b>	<b>12,16</b>	59848649	24511106	<b>13,24</b>	<b>0,39</b>
Подільський	11002	9146398	<b>11,79</b>	<b>10,75</b>	21766526	14849031	<b>12,13</b>	-0,09
Святошинський	6735	1837328	11,30	8,61	5539895	6098478	10,45	<b>0,34</b>
Солом'янський	8007	11158496	<b>11,47</b>	<b>10,32</b>	8758796	13486945	<b>11,01</b>	-0,42
Шевченківський	9920	27785203	<b>11,69</b>	<b>11,76</b>	18935438	39216590	<b>12,50</b>	-0,16
Медіана	7577	5143739	11,42	9,71	8190939	10636551	10,87	-0,02

Якщо замість РПП розглядати районний продукт РП = РПП + П, де П – обсяг послуг (тис.грн), то замість РПД розглядається районний продукт на душу населення РПД = РП / ПН. Залишки відповідної регресії на спостереженнях за перші 3 місяці 2016 р. (2016:3) наведено у табл. 4. У табл. 5, 6, 7 наведено результати для 2016:6, 2016:9, 2016:12 відповідно. Використання РПД замість РПД не змінює якісної картини ефективності за районами Києва: Печерський район є економічним лідером; Подільський район погіршив свою ефективність у другому півріччі 2016 р.; Оболонський і Святошинський райони мають порівняно вищу ефективність при нижчих рівнях ЗП, КІД і РПД.

#### Список використаних джерел

1. Регіональна статистика. – Режим доступу: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)
2. Горбачук В.М., Бохонко В.П., Демків С.А. Питання оптимальності змін середньої заробітної плати і капітальних інвестицій районів Одещини у 2015–2016 рр. / Європейська інтеграція: історичний досвід та економічні перспективи. – Одеса: Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, 2017. – С. 150–154.
3. Горбачук В.М., Неботов П.Г., Новодережкін В.І. Питання оптимальності змін середньої заробітної плати і капітальних інвестицій районів Полтавщини у 2015–2016 рр. / Інформатика та системні науки. – Полтава: Полтавський університет економіки і торгівлі, 2017.
4. Горбачук В.М., Неботов П.Г., Новодережкін В.І. Питання оптимальності змін середньої заробітної плати і капітальних інвестицій районів Дніпропетровщини у 2016 р. відносно 2015 р. / Національні особливості та світові тенденції управління та адміністрування на макро-, мезо- і мікрорівнях економіки. – Дніпро: Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, 2017.
5. Pilyavsky A., Staat M. Efficiency and productivity change in Ukrainian health care // Journal of productivity analysis. – 2008. – 29. – P. 143–154.

УДК 519.8

**Л.Ф.Гуляницький**

Доктор технічних наук, зав. відділу

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ ОМК У ЗАДАЧАХ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

**Вступ.** Ідеї багатьох прикладних алгоритмів оптимізації нав'язані природою; значну частину із них відносять до *ройового інтелекту* (swarm intelligence) [1]. Серед відомих алгоритмів ройового інтелекту в комбінаторній оптимізації значного поширення набули алгоритми оптимізації мурашиною колонією (ОМК; ant colony optimization – ACO), запропоновані Марком Доріго (1992) [2,3]. Мурашині алгоритми – це багатоагентні системи, де поведінка кожного агента, який називатимемо штучною мурахою, або просто *мурахою*, заснована на моделюванні поведінки справжніх мурашок. Завдяки своїй універсальності і гнучкості, вони застосовуються для розв'язування багатьох типів задач комбінаторній оптимізації (ЗКО), починаючи з класичної задачі комівояжера (ЗК). Численні дослідження показали, що часто ці алгоритми конкурують із спеціалізованими алгоритмами, призначеними для розв'язування конкретних задач. В той же час алгоритми ОМК розробляються для все нових і нових задач оптимізації.

В усіх відомих модифікаціях ОМК на кожному кроці для вершини, що є останньою в поточному фрагменті розв'язку (маршруту в графі задачі), формується множина припустимих сусідніх вершин і обчислюється ймовірність переходу до кожної з цих вершин. На основі цих ймовірностей і вибирається чергова вершина для продовження наявного фрагменту маршруту [2,3]. Далі пропонується диверсифікація пошуку в ОМК шляхом розгляду варіантів продовження побудови розв'язку, що враховують не одну, а декілька вершин, які можуть бути включені в цей маршрут [4]. Для аналізу ефективності запропонованого підходу проведено обчислювальний експеримент із розв'язування відомих ЗК у випадку, коли ця кількість вершин дорівнює двом.

Алгоритми ОМК застосовуються до задач оптимізації, які можуть бути охарактеризовані загалом таким чином: їх розв'язок складається з компонентів (складових), з яких можна покроково будувати фрагменти розв'язків, а на завершальному етапі роботи алгоритму – і повний розв'язок.

Алгоритми ОМК відносяться до моделі-орієнтованих методів, оскільки вони використовують власну модель ЗКО, яка розв'язується [2]. Така модель подається, як правило, у вигляді спеціального зваженого графа  $G = (X, U)$ . Ваги ребер – а значить і їх привабливість – формуються як на основі використання даних задачі, що розв'язується ("евристична інформація"), так і "досвіду" мурах ("феромонний слід"). Пошук розв'язку ЗКО інтерпретується як знаходження оптимального маршруту в графі  $G$  групою штучних мурах.

Загальну схему відомих алгоритмів ОМК можна подати так.

1. Початкові установки: значень феромонного сліду, вибір значень параметрів алгоритмів, що варіюються (зокрема, числа мурах  $m$  в колонії).

2. Утворення  $m$  мурах і їх розміщення випадковим чином у вершинах  $X$  графа  $G$ . Зазначені вершини грають роль початкових фрагментів маршрутів.

3. Для кожної мурахи:

a) формування множини  $N_i$  вершин, що є сусідніми до тієї вершини  $i \in X$ , яка є останньою в поточному фрагменті маршруту;

b) обчислення ймовірності  $p_{ij}$  переходу від вершини  $i$  до довільної вершини  $j \in N_i$  як функції від значень феромону  $\tau_{ij}$  на ребрі  $(i, j) \in U$  та евристичної інформації  $\eta_{ij}$ ;

c) імовірнісний вибір чергової вершини  $s \in N_i$ , включення її у кінець фрагменту маршруту (інколи – і оновлення значень  $\tau_{ij}$ );

d) якщо маршрут не побудований повністю, переходимо на п.а), інакше мурахи завершують свою роботу.

4. Коли всі мурахи завершують свою роботу, здійснюється модифікація феромонних значень для певних дуг графа  $G$ , а також "випаровування" феромону (пониження значень  $\tau_{ij}$ ) для всіх його ребер.

Запам'ятовування найкращого маршруту. Всі поточні мурахи завершують свою діяльність.

5. Якщо умови завершення не виконуються, то переходимо на п.2.

6. Завершення роботи алгоритму.

Отже, мураха – це послідовний жадібний рандомізований алгоритм, на кожному кроці якого досліджуються найближчі сусіди тієї вершини графа задачі, якою закінчується побудований на даний момент фрагмент маршруту.

Прагнення до підвищення ефективності алгоритмів ОМК спричинило, зокрема, появу алгоритмів, що використовують декілька колоній (острівні моделі [2]), та гібридних метаевристик (див., наприклад, [5,6]).

Пропонується диверсифікація пошуку шляхом дослідження в п.3 обчислювальної схеми не множини найближчих сусідів, а більш обширних підмножин простору розв'язків [4]. Для цього при виборі варіантів продовження маршруту мурахам надається можливість враховувати не одну, а відразу декілька вершин, які можуть бути включені в цей маршрут. Для більшої наочності викладу розглянемо випадок, коли ця кількість вершин дорівнює двом.

Зазначений підхід можна імплементувати в алгоритми ОМК, якщо п.3 модифікувати наступним чином.

3.' Для кожної мурахи:

a) формування множини  $N_i^2$ , яка складається із пар  $j, k \in X$  вершин, що утворюють ланцюжок попарно інцидентних вершин графа  $G$ , а саме  $(i, j), (j, k) \in U, k \neq i, k \neq j$ ;

b) обчислення ймовірності  $p_{ijk}$  переходу від вершини  $i$  до вершини  $k$  через вершину  $j$  як функції від значень  $\tau_{ijk}$ , залежних від значень феромону  $\tau_{ij}, \tau_{jk}$  на

фрагменті маршруту  $(i, j, k)$ , та евристичної інформації  $\varphi_{ijk}$ , співвіднесеної до пари ребер  $(i, j)$  та  $(j, k)$ ;

с) ймовірнісний вибір вершин  $s, t \in N_i^2$  і доповнення цими вершинами поточного фрагменту маршруту після вершини  $i$ .

Так, для двокрокової версії алгоритму ОМК для кожної мурахи  $k$  за наявності уже побудованого фрагменту розв'язку  $y = (\dots, i)$  формується множина ще невідвіданих ребер  $(i, s), (s, j)$ ,  $s \in N_i^k$ ,  $j \in N_{(s)}^k$ , де  $N_{(s)}^k$  – множина припустимих для мурахи  $k$  вершин графа задачі за умови, що до існуючого фрагмента розв'язку додана вершина  $s$ ,  $y^+ = (\dots, i, s)$ , та обчислюється ймовірність переходу від вершини  $i$  до вершини  $j$  через вершину  $s$  з урахуванням евристичної інформації та поточних значень феромону. Для двокрокового алгоритму ОМК перехід  $k$ -ої мурахи з вершини  $i$  в  $j$  через вершину  $s$  на поточній ітерації  $t$  здійснюється з імовірністю, що може розраховуватися за наступною формулою:

$$P_{ij}^k = \frac{\tau_{is}^\alpha(t) \eta_{is}^\beta(t)}{\sum_{r \in N_i^k} \tau_{ir}^\alpha(t) \eta_{ir}^\beta(t)} \frac{\tau_{sj}^\alpha(t) \eta_{sj}^\beta(t)}{\sum_{r \in N_{(s)}^k} \tau_{sr}^\alpha(t) \eta_{sr}^\beta(t)} .$$

Можливість перегляду інформації на декілька кроків вперед дозволяє уникати субоптимальних розв'язків для деяких задач, а отже, отримувати більш якісний результуючий розв'язок. Ця стратегія може бути використана у будь-якій модифікації мурашиного алгоритму, що робить її універсальним засобом покращення ефективності алгоритмів ОМК

Ефективність розробленого алгоритму досліджувалася шляхом аналізу результатів обчислювального експерименту із розв'язування ряду прикладних ЗК розмірності від 497 до 657. У всіх розрахунках були отримані кращі результати у порівнянні з Макс-мінним алгоритмом (MAX-MIN Ant System – MMAS) – однією із найкращих модифікацій ОМК [2,5,7].

Реалізація описаного підходу дозволяє розширити сферу пошуку в ОМК, створюючи умови для його диверсифікації. Крім того, як і інші алгоритми ОМК, пропоновані модифіковані алгоритми можуть успішно застосовуватися при створенні гібридних метаевристик [6,9].

Для порівняння ефективності запропонованої модифікації алгоритмів ОМК із бібліотеки TSPLIB було вибрано ряд ЗК з відомими оптимальними розв'язками [8]. Кожна задача була розв'язана стандартним та модифікованим алгоритмом MMAS 20 разів, порівнювалися середні значення відносної похибки (відхилення довжини знайденого маршруту від довжини оптимального). При розв'язуванні задач застосовані наступні параметри: коефіцієнт впливу феромону  $\alpha = 1$ ; коефіцієнт впливу відстані  $\beta = 2$ ; коефіцієнт вивітрювання феромону  $\rho = 0.5$ ; умова завершення роботи алгоритму: 2000 ітерацій; кількість мурах була еквівалентна кількості міст в задачі. У всіх розрахунках були отримані кращі результати у порівнянні з класичним алгоритмом MMAS: використання двокрокової версії дозволило збільшити точність результатів на 0.02%–0.05% у залежності від задачі. Таким чином, експериментальні дані підтверджують доцільність застосування



запропонованої модифікації алгоритмів ОМК у випадках, коли точність отриманих результатів важливіша за швидкість знаходження розв'язку і навіть найменше її підвищення дає суттєвий ефект

**Висновки.** У багатьох прикладних ЗКО навіть незначне покращення точності має дуже важливе значення, що і обумовлює потребу в розробці алгоритмів, які дозволяють досягти цього. Пропонований підхід дозволяє розширити сферу пошуку в алгоритмах ОМК, створюючи умови для пошуку покращених розв'язків шляхом уникнення передчасної збіжності – однієї із найгостріших проблем для більшості прикладних алгоритмів комбінаторної оптимізації.

Напрямами подальших досліджень можуть стати питання порівняльного аналізу практичної ефективності алгоритмів, розроблених на основі запропонованого підходу, та інших відомих прикладних алгоритмів комбінаторної оптимізації. Такий аналіз доречно провести і при розв'язуванні задач комбінаторної оптимізації із різних класів. Перспективним також є використання модифікованих алгоритмів у гібридних метаевристиках, зокрема, у кооперативних метаевристиках.

#### Список використаних джерел

1. Pinteа C. *Advances in Bio-inspired Computing for Combinatorial Optimization Problems*. – Springer, 2014. – 188 p.
2. Dorigo M., Stützle T. *Ant colony optimization*. – Cambridge (MA): MIT Press, 2004. – 348 p.
3. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы: теория и применение // Программирование. – 2005. – №4. – С. 1-16.
4. Гуляницький Л.Ф. Диверсифікація пошуку в алгоритмах ОМК // Abstracts of Int. Conf "Problems of Decision Making under Uncertainties (PDMU–2011)" (September 19-23, 2011, Yalta, Ukraine). – Київ, 2011. – Р. 66–67.
5. Гуляницький Л.Ф., Мулеса О.Ю. *Прикладні методи комбінаторної оптимізації*. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2016. – 142 с.
6. Blum, C., Puchinger J., Raid, G. R., Roli A. Hybrid metaheuristics in combinatorial optimization: A survey // *Applied Soft Computing*. – 2011. – **11**, 6. – P. 4135-4151.
7. Stützle T., Hoos H.H. MAX-MIN ant system // *Future Gen. Comput. Systems*. – 2000. –16 (8) –P. 889–914.
8. TSPLIB – library of sample instances for the TSP [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iwr.uni-heidelberg.de/groups/comopt/software/TSPLIB95>.
9. Hulanyskyi L.F., Sirenko S.I. Hybrid Metaheuristic Combining Ant Colony Optimization and H-method // *Swarm Intelligence: Proceedings 7th International Conference ANTS 2010* (Brussels, Belgium, September 8-10, 2010) (Eds. M.Dorigo et. al.). *Lecture Notes in Computer Science*. – Berlin–Heidelberg: Springer-Verlag. – 2010. – Vol. 6234/2010. – P. 568–569.

УДК 001.4

<sup>1</sup> **І. А. Луценко**

Д. т. н., проф., проф. кафедри електронних апаратів

<sup>2</sup> **О. В. Фомовська**

К. т. н., доц., завідувач кафедри електронних апаратів

<sup>3</sup> **О. Ю. Сердюк**

Аспірант кафедри комп'ютерних систем та мереж

<sup>1,2</sup> *Кременчуцький національний університет ім. М.Остроградського, м. Кременчук*

<sup>3</sup> *Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг*

## **РОЗРОБКА МЕТОДУ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТРАЄКТОРІЇ ЗМІНИ УПРАВЛІНЬ ЗВ'ЯЗАНИХ СИСТЕМ**

**Вступ.** Для досягнення кібернетичної мети (максимуму можливостей) суперсистеми (власники) створюють виконавчі системи (ВС) [1]. Для того, щоб результати функціонування тієї чи іншої ВС були максимально узгоджені з ціллю суперсистеми, в ВС повинен бути інтегрований спеціальний інтелектуальний механізм прийняття рішень (ІМПР). Завдання цього механізму полягає в ідентифікації та виборі кращої операції з множини, кожна з яких є результатом деякого допустимого управління або прийнятого рішення.

Таким чином, вхідним продуктом ІМПР є параметри найвигіднішої операції ВС в рамках допустимих управлінь, а вихідним - ідентифікатор (число). Значення індикатора повинно бути тим вище, чим кращі результати процесуальної діяльності ВС узгоджуються з метою суперсистеми.

Складність створення такого ІМПР полягають у тому, що його ідентифікатор повинен відображати не тільки результати операційного процесу, а прогностичну оцінку того, яких результатів досягне суперсистема, якщо буде ефективно використовувати отриману від ВС додану цінність.

Отже, ядро ІМПР має представляти прогностичний показник нового покоління (ПП).

**Метод для формування оптимальної траєкторії зміни управлінь зв'язаних систем.** Оскільки ІМПР повинен відображати об'єктивну сторону кібернетики досягнення цілі, завдання досліджень полягає не тільки в його розробці, а й у створенні методу верифікації оціночного показника на предмет його адекватності оригінальному показнику ефективності [2]. Це пов'язано з тим, що на сьогодні розроблено величезну кількість оціночних показників, які пропонуються для використання в якості критеріїв ефективності, критеріїв оптимізації або механізмів прийняття рішень.

Для того, щоб скористатися наявними можливостями кібернетичної продуктової моделі операції, для вирішення завдання оцінювання, необхідно забезпечити можливість зіставлення входу і виходу системної операції.

Необхідність такого зіставлення пов'язана з тим, що операції здійснюються для того, щоб підвищувати цінність вихідних продуктів, по відношенню до вхідних продуктів.

У процесі проведених досліджень була побудована кібернетична модель операційного процесу. Було встановлено, що будь-яка системна операція може бути представлена у вигляді глобальної моделі. При цьому, в залежності від особливостей процесу і його тривалості в часі така модель може бути представлена у вигляді двійки ( $re(t)$ ,  $pe(t)$ ), або трійки ( $RE$ ,  $TO$ ,  $PE$ ).

Якщо кількісні параметри вхідних  $rq_i(t)$  і вихідних продуктів операції  $pq_j(t)$  відмасштабувати в співставлених величинах експертних (вартісних) оцінок по входу  $rs_i(t)$  і виходу  $ps_j(t)$ , можна отримати загальну (глобальну) інформацію про об'єкт дослідження у вигляді приведених функцій входу  $re(t)$  і виходу  $pe(t)$  (рис. 1).

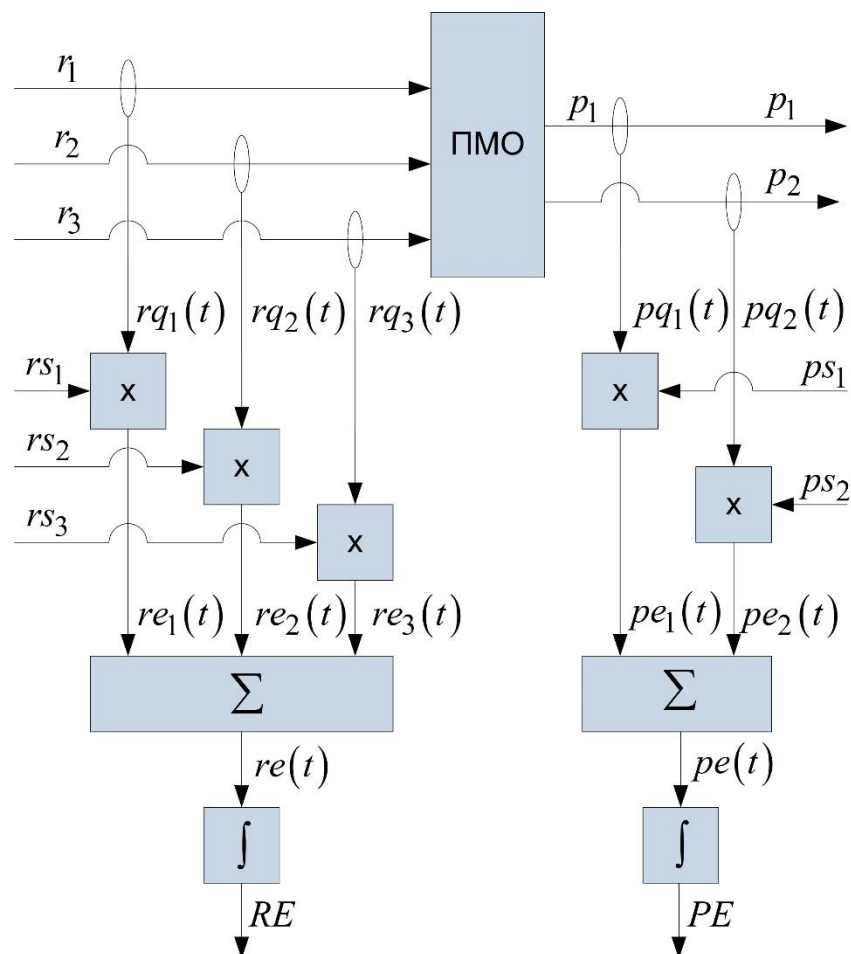


Рис. 1. Принцип формування глобальної моделі операції: ПМО - продуктова модель операції

Тобто, структура механізму прийняття рішення повинна передбачати можливість прийняття рішення шляхом перетворення вхідних продуктів саме такої структури.

Для вирішення завдання подальшої верифікації ПП були розроблені класи моделей еталонних операцій і для кожного класу визначений локальний критерій ефективності (ЛКЕ) [3,4].

Кожен ЛКЕ в рамках свого класу глобальних моделей операцій забезпечує адекватну оцінку їх рейтингової ефективності.

Оскільки серед безлічі відомих оціночних показників не вдалося виявити оригінальний показник ефективності використання ресурсів, була зроблена спроба розробити такий критерій [5-8].

У роботах був розроблений показник (ELF), який спирається на функцію входу і функцію виходу.

$$ELF = \frac{\int_{t_a}^{t_d} \left( \int_{t_a}^t \left[ \int_{t_0}^t pe(t) dt - \int_{t_0}^t |re(t)| dt \right] dt \right) dt}{\int_{t_0}^{t_a} \left( \int_{t_0}^t \left[ \int_{t_0}^t |re(t)| dt \right] dt - \int_{t_0}^t \left[ \int_{t_0}^t pe(t) dt \right] dt \right) dt}, \quad t \in [0, t_a]. \quad (1)$$

Де  $t_a$  – момент фактичного завершення часу операції,  $t_d = t_a + 1$  – час завершення визначення потенційного ефекту операції [6]. При цьому він адекватно оцінює моделі глобальних операцій, які використовуються для тестування відносних і прогностичних можливостей показника.

Показник

$$ELS = \frac{(PE - RE)^2 T_p^2}{RE \cdot PE \cdot T_{op}^2}, \quad (2)$$

спирається на трійку базових показників, забезпечує оцінку ефективності моделей простих операцій і отриманий як окремий випадок інтегрального виразу (1). Де  $T_p = t_d - t_a = 1$ .

Концептуально показники (1), (2) визначаються як відношення абсолютного потенційного ефекту досліджуваної операції (A) до її ресурсоемності (R) ( $EL = A / R$ ).

Отримані результати дозволили розробити ряд рішень для визначення траєкторії управління системи перетворювального класу в функції управління пов'язаної з нею дуальної системи.

**Висновки.** Розроблено метод верифікації оціночного показника щодо його адекватності до оригінального показника ефективності.

Розроблено базові ПП, які пройшли процедуру верифікації і є відносними прогностичними показниками.

З використанням розроблених показників визначена технологія інтелектуального процесу обчислення оптимальної траєкторії пов'язаних системних об'єктів.

Розроблено рекомендації для створення методу оцінки ефективності програмних продуктів.

**Список використаних джерел**

1. Lutsenko, I. Principles of cybernetic systems interaction, their definition and classification [Text] / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 5, Issue 2 (83). – P. 37–44. doi: 10.15587/1729-4061.2016.79356
2. Lutsenko, I. Definition of efficiency indicator and study of its main function as an optimization criterion [Text] / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 6, Issue 2 (84). – P. 24–32. doi: 10.15587/1729-4061.2016.85453
3. Lutsenko, I. Formal signs determination of efficiency assessment indicators for the operation with the distributed parameters [Text] / I. Lutsenko, E. Fomovskaya, I. Oksanych, E. Vikhrova, O. Serdiuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 1, Issue 4 (85). – P. 24–30. doi: 10.15587/1729-4061.2017.91025
4. Lutsenko, I. Development of the method for testing of efficiency criterion of models of simple target operations [Text] / I. Lutsenko, E. Vihrova, E. Fomovskaya, O. Serdiuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 2, Issue 4 (80). – P. 42–50. doi: 10.15587/1729-4061.2016.66307
5. Lutsenko, I. Deployed model of extremal system operation for solving optimal management problems [Text] / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2014. – Vol. 5, Issue 2 (71). – P. 61–66. doi: 10.15587/1729-4061.2014.28592
6. Lutsenko, I. Identification of target system operations. 1. Determination of the time of the actual completion of the target operation [Text] / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2014. – Vol. 6, Issue 2 (72). – P. 42–47. doi: 10.15587/1729-4061.2014.28040
7. Lutsenko, I. Identification of target system operations. 2. Determination of the value of the complex costs of the target operation [Text] / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – Vol. 1, Issue 2 (73). – P. 31–36. doi: 10.15587/1729-4061.2015.35950
8. Lutsenko, I. Identification of target system operations. Development of global efficiency criterion of target operations [Text] / I. Lutsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – Vol. 2, Issue 2 (74). – P. 35–40. doi: 10.15587/1729-4061.2015.38963

УДК 004.852

<sup>1</sup> О.Г. Руденко

Д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційних систем

<sup>2</sup> О.О. Безсонов

К.т.н., доцент, доцент кафедри електронних обчислювальних машин

<sup>1</sup> Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, м. Харків<sup>2</sup> Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

## БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ КОЕВОЛЮЦІЙНИХ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ МОДЕЛЕЙ

Використання штучних нейронних мереж (ШНМ) потребує вирішення задач структурної та параметричної оптимізації, що відповідає вибору оптимальної топології мережі та її навчання. На відміну від задачі визначення структури, яка є дискретною оптимізаційною (комбінаторною), пошук оптимальних параметрів здійснюється в безперервному просторі за допомогою класичних методів оптимізації. Для навчання мереж прямого розповсюдження з учителем застосовуються, як правило, алгоритми, що оптимізують деяку цільову функцію. Однак традиційно до уваги береться лише одна ціль як вартісна функція або кілька цілей об'єднуються в одну скалярну функцію виду

$$f = F(e) + \lambda\Omega, \quad (1)$$

де  $F$  – функція помилки;  $\Omega$  – міра складності моделі, наприклад, кількість вільних параметрів моделі;  $\lambda > 0$  – деякий вільно обраний параметр. Одержуваний при цьому алгоритм навчання здатний оптимізувати дві цілі, хоча функція цілі (1) є скалярною.

Однак використанню скаляризованих цільових функцій для багатоцільової оптимізації (БО) притаманні два основних недоліки: по-перше, нетривіальною є задача визначення оптимального параметра  $\lambda$ ; по-друге, при цьому може бути отримано тільки одне рішення, яке в ряді випадків може бути неефективним. Більш потужним порівняно з навчанням на основі скалярної вартісної функції є багатоцільове навчання на основі підходу Парето, коли мінімізується векторна цільова функція, що забезпечує отримання певної кількості Парето-оптимальних рішень. Так, скаляризована двоцільова проблема навчання (1) може бути сформульована як багатокритеріальна оптимізація на основі Парето таким чином:

$$\min\{f_1, f_2\}; \quad (2)$$

$$f_1 = F(e); \quad (3)$$

$$f_2 = \Omega. \quad (4)$$

Найбільш часто в якості  $f_1$  вибирається квадратичний функціонал, а в якості  $f_2$ , що служить для оцінювання складності нейромережевої моделі, сума квадратів вагових параметрів:

$$\Omega = \sum_{i=1}^M w_i^2 \quad (5)$$

або сума їх абсолютних значень

$$\Omega = \sum_{i=1}^M |w_i|, \quad (6)$$

відомі як регуляризатори Гауса і Лапласа відповідно. Тут  $w_i, i=1, \dots, M$  – вагові параметри нейромережевої моделі;  $M$  – загальна кількість нейронів мережі (для радіально-базисної мережі – РБМ) або загальна кількість зв'язків (для багатошарового персеPTRону – БП).

У зв'язку з тим, що нейромережева модель, з одного боку, повинна бути досить простою і зручною для використання її в прикладних задачах, а з іншого – найбільш повно відображати властивості досліджуваного об'єкта, її якість визначається деяким набором критеріїв, тобто задача побудови нейромоделі є багатокритеріальною.

Розглянемо питання синтезу коеволюційних ШНМ, в яких реалізується адаптація до мінливого зовнішнього середовища та використовуються значення фітнес-функцій щодо деяких опонентів, а не однієї особини. Аналіз двох основних форм коеволюційних систем (конкуренції та кооперації) дозволив визначити їх переваги та недоліки та реалізувати багатокритеріальні методи навчання ШНМ на основі кооперативної та конкурентної коеволюції. При цьому показано, що для всіх типів мереж у всіх суб-популяціях використовуються загальні еволюційні процедури (селекція, схрещування, мутація і т. д.), а відмінності полягають лише в способі кодування структури і параметрів ШНМ.

При багатокритеріальному коеволюційному методі навчання нейронних мереж на основі кооперації кожна нейронна мережа навчається з урахуванням декількох цілей (наприклад, точність і складність мережі) [1]. Рішення, які є прийнятними для обох цілей, переносяться та зберігаються. При кооперативній коеволюції кращі особини використовуються як представники своєї суб-популяції, а особини, що залишилися всередині суб-популяції, ранжируються у відповідності до значень їх фітнес-функцій.

Кооперативна оцінка особини в суб-популяції здійснюється шляхом об'єднання даної особини з випадковими невідомими особинами в інших суб-популяціях. Потім особина оцінюється для кожної заданої мети. Після оцінювання всіх особин в межах суб-популяції оцінюється вся суб-популяція та визначаються її домінуючі особини. Під час першої ітерації, коли домінуючі особини невідомі, особини оцінюються шляхом об'єднання з випадковими особинами з інших суб-популяцій. Цикл завершується, коли всі суб-популяції еволюціонують. Після цього відбувається їх переоцінка для проведення оцінки нових особин, що виникли в процесі еволюції.

Слід зазначити, що для БП і РБМ підходи до розбиття мережі на суб-популяції дещо відрізняються [2]. Детально процес розбиття глобальної задачі багатокритеріального навчання БП на підзадачі, які вирішуються в окремих суб-популяціях, і оцінки їх придатності пояснюється на рис.1. На цьому рисунку представлено загальний вигляд всіх суб-популяцій в рамках коеволюції на основі кооперації. На початку роботи алгоритму кожна особина в суб-популяції прагне

мінімізувати кожну з цілей фітнес-функції. Для оцінки придатності особи вона об'єднується з випадковими недомінуючими особинами з інших суб-популяцій. Потім всі особи об'єднуються для формування спільного рішення. Обрані особи з суб-популяцій об'єднуються, формуючи загальну хромосому (генотип) і відображаються в нейронну мережу (фенотип). Отримана ШНМ потім оцінюється з урахуванням різних цілей. Після цього значення фітнес-функції отриманої результуючої мережі бере участь в обчисленні фітнес-функцій тих особин (представників суб-популяцій), які брали участь у формуванні цієї мережі. Потім весь процес починається знову для наступної особи.

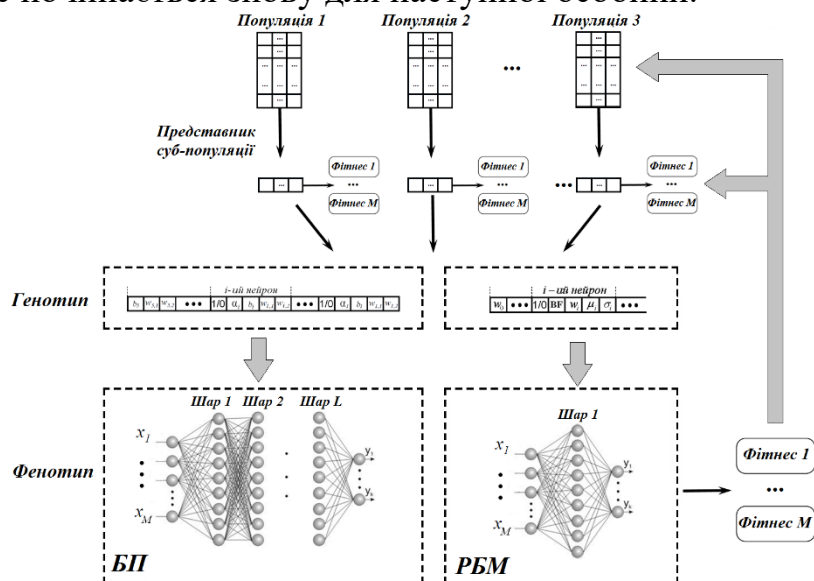


Рисунок 1 – Процес розбиття глобальної задачі багатокритеріального навчання ШНМ на підзадачі

Вивчалися особливості застосування коеволюційного підходу до вирішення задачі апроксимації нелінійних багатовимірних функцій: чотиривимірної

$$F(x_1, x_2, x_3, x_4) = x_1 + \sin(\pi x_1) \cdot \cos(\pi x_2) \cdot \sin(\pi x_3) \cdot (\sin(\pi x_4)^2 - 1) \quad (7)$$

та шестивимірної

$$F(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) = \sin(\pi x_1) \cdot \sin(\pi x_2) \cdot \sin(\pi x_3) + \sin(\pi x_4) \cdot \sin(\pi x_5) \cdot \sin(\pi x_6) + \exp(-(x_1^2 + x_2^2)) + \exp(-(x_3^2 + 6x_3x_4 + 10x_4^2)). \quad (8)$$

Апроксимація функцій (7)–(8) здійснювалася за допомогою коеволюційного підходу на основі конкуренції. За отримання права надання найкращого рішення задачі апроксимації змагалися дві популяції еволюційних ШНМ, що склалися з РБМ і БП. Обидві популяції містили по 150 особин, і після кожної епохи навчання за результатами обчислення значень фітнес-функції, вимірювання часу симуляції і визначення кількості параметрів, що настроюються, для кожної особи будувався результуючий фронт Парето для обох популяцій. Всі можливі рішення після 1000 епох навчання та результуючий фронт Парето для функції (7) представлено на рис. 2а. Аналогічно для функції (8) результати моделювання наведені на рис. 2б. Рішення, отримані за допомогою БП, на рисунках позначено зірочками, а місце їх



зосередження обведено суцільною жирною лінією. Рішення ж, отримані за допомогою РБМ, показано на рисунках кружечками, а область їх скупчення обведена пунктирною лінією. Фронт Парето будувався загальний для обох популяцій і з нього вибиралося найкраще рішення відповідно до критерію Акаїке. Краще рішення могло належати як до популяції, що складається як з БП, так і з РБМ.

Як видно з результатів моделювання, для чотиривимірного об'єкта популяція РБС дає кращі результати за всіма критеріями, що мінімізуються, а для шестивимірного об'єкта популяція МП дає кращі рішення по складності моделі і часу симуляції, дещо програючи, проте, по точності ідентифікації.

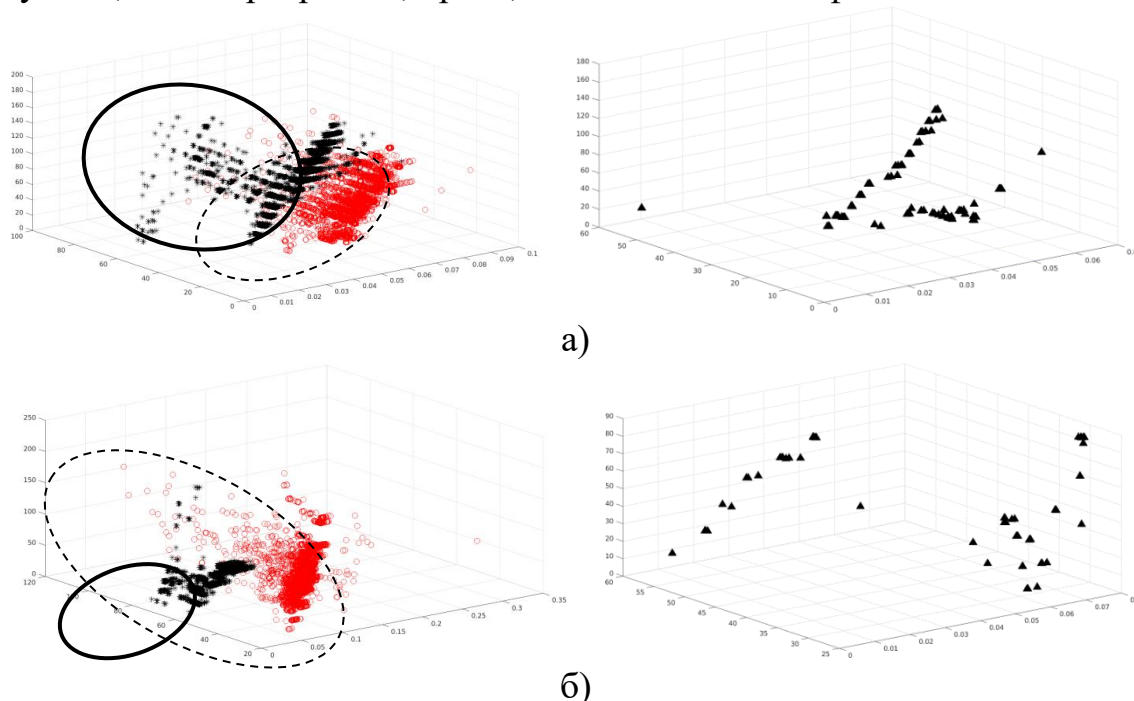


Рисунок 2 – Всі можливі рішення та фронти Парето: а) для функції (7); б) для функції (8)

**Висновки.** Узагальнений еволюційний алгоритм Парето-оптимізації на основі коеволюційного підходу дозволяє змінювати архітектуру мережі та оцінювати її параметри, адаптуючись до мінливого зовнішнього середовища. Результати імітаційного моделювання підтверджують ефективність запропонованого методу.

#### Список використаних джерел

1. Chand S. Multi-objective cooperative coevolution of neural networks for time series prediction / S. Chand, R. Chandra // In Int. Joint Conf. on Neural Networks (IJCNN), Beijing, China. – 2014. – P. 190-197.
2. Руденко О.Г. Коэволюционирующие нейронные сети прямого распространения / О.Г. Руденко, А.А. Бессонов // Проблемы управления и информатики. – 2016. – №5. – С. 63-73.

УДК 004.8

**Л.О. Святогор**

Кандидат технічних наук, науковий співробітник

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, м. Київ

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ КОГНІТИВНОГО АНАЛІЗУ ПРИРОДНОМОВНОГО ТЕКСТУ (НА ПРИКЛАДІ КАЗКИ «РІПКА»)

**Вступ.** Однією з амбітних задач штучного інтелекту можна вважати комп'ютерний семантичний аналіз природно-мовних (ПрМ) текстів, які відносяться до художньої і культурної сфери суспільства. Ці тексти (дискурси – розповіді, романи, поеми...) несуть в собі духовну, емоціональну та пізнавальну інформацію і за змістом є слабо структурованими. Мета досліджень полягає в тому, щоб перетворити деякий дискурс на інший – максимально скорочений, який має відповідати головній вимозі – зберігати смисл (або задум автора) вихідного тексту. Така задача відома в лінгвістиці як перетворення «*Текст – Смисл*» (Мельчук І.А., 1974).

На наш погляд, результатом перетворення має бути такий – винятково лаконічний – текст, який втілює в собі як семантичну, так і прагматичну компоненти дискурсу. Тобто, вищевказане перетворення повинно не тільки адекватно відображати зовнішній світ, але й мати певну *ментальну цінність* (або *користь*) для отримувача. Тому що користувач через смисл *реформує* власну Базу знань та *зберігає знання* як власний досвід в зручній для людини формі. Завдяки смислу безмежність інформації про Світ зорганізується в скінчені *ментальні структури*.

У попередніх дослідженнях обґрунтовано та формалізовано наступні структури когнітивного аналізу вільного тексту: «*Факт*», «*Подія*», «*Ситуація*», «*Смисл*» [1]. Для експериментальних випробувань було вибрано досить простий (для дорослих, але не для дітей) дискурс – народна казка «Ріпка». Адже саме смисл, або мораль, казки, які не є тривіальними, мають збільшити знання маленької людини, що розвивається, про загальну Картину Світу і про складні соціальні (наприклад, колективні) відносини.

**Короткий опис методу когнітивного аналізу.** Загалом аналіз розпадається на три етапи. Перший – *фактичний аналіз* складається з вивчення окремого (чергового) *речення*. Аналіз суттєво спирається на Базу знань [БЗн]. Необхідні пояснення процедур наведено нижче. На другому етапі – під час *контекст-аналізу* група речень, що виділена з тексту процедурою «замикання», складається в окрему *цілісну ситуацію*. Це відбувається за допомогою *стратифікації знань*. А саме, ситуація складається з низки відповідей на питання типу «*що*», «*де*», «*коли*» та їм подібних, але більш інформаційних. Головне – страти знань (які є «когнітивними параметрами» ситуації) відображують певні смислові характеристики актантів, наприклад: їхні *рольові функції*, *поведінку та інструменти дії*, *задуми (цілі) суб'єктів*, *оцінку ситуації* та інше.

Третій етап полягає в *перетворенні* кожної ситуації в стислий опис на природній мові, але в просторі найбільше-узагальнюючих понять та

словосполучень. Використовується «метамова» *фреймів та мікрофреймів*, які також розміщені в Базі знань. При адекватному виборі вказаних базових структур знань таке перетворення відбувається без втрат смислової компоненти дискурсу, а сам опис максимально наближується до смислу.

Якщо текст вміщує більше, ніж одну ситуацію, то відбувається *узагальнення* окремих ситуацій. В кінці цього процесу ми отримуємо смисл або низку смислів цілісного дискурсу, що і є *кінцевим результатом* когнітивного аналізу.

Нижче наведено ілюстративний приклад когнітивного аналізу фрагменту тексту ПрМ. Коментарі (///), а також позначки в скобках, надають пояснення.

### Народна казка «РІПКА»

#### Когнітивний аналіз

#### Перший етап. Фактичний аналіз

1.1./// Взяти чергове (перше) речення

[Тхт1] **Посадил Дед Ренку.**

1.2./// Визначити тип речення: Факт, Дефініція чи Повідомлення?

[Тип1] = [Факт]

1.3./// Побудувати Ядро речення та визначити його елементи.

[Sub1] = **Дед** = [Номинация] = А:

[Act1] = [Присудок] = [Pred1] = **Посадил**

[Obj1] = **Ренка** = [Номинация] = Ре:

1.4. /// Визначити мету Суб'єкту (по Базі знань).

[БЗн] [Цель] А: = [Чтобы] Ре: [Is] **Выросла**

1.5. /// Виявити характерні ознаки Суб'єкту та Об'єкту (по Онтології).

[Характ] [Ont] А: → **Дед** → ↑мужчина ↓ → (старый, слабый, строгий)

[Характ] [Ont] Ре: → **Ренка** → ↑овощ ↓ → (круглая, белая, твёрдая)

[Синоним] Ре: **овощ** = продукт

1.6. /// Визначити предметну область (ПрО) знань через вибір мікрофрейму.

[ПрО.1] [Pred1] **посадить** → [# ηFrame] → **Сельское хозяйство (С/Х)**

1.7. /// Перевірити замикання. Порівняти мету і результат. Якщо мету досягнуто, створити Ситуацію, інакше взяти наступне речення.

[Цель1]+ [Результат1] → [#Сравнение] → [Y/No] = || **No** ||

/// Замикання відсутнє. Ситуація не сформована. Продовжити перегляд.

/// Кінець аналізу першого речення

2.1. /// Взяти чергове (друге) речення

[Тхт2] **И выросла Ренка большая-пребольшая.**

2.2. /// Визначити тип речення: Дефініція

[Тип2] = [Дефініция] [БЗн] → Ре: [Is] **большая-пребольшая**

[Тип2] [Синоним2] [Дефініция] [БЗн] → Ре: [Is] **огромная**

[Акцент2] = [Дефініция] [БЗн] → Ре: [Is] **аномальная**

2.3. /// Побудувати Ядро речення та визначити його елементи.

[Актант2] = **Ренка** = [Obj1] Ре:

[Act2] = **Выросла** = [Действие] = [Pred2]

2.4. /// Визначити мету Суб'єкту та Результат дії. Мета вказана у попередньому реченні.

[Цель] А: = [Чтобы] Ре: [Is] **Выросла**

[Результат] Ре: =[Act2] Ре: *Выросла*

2.5. /// Виявити характерні ознаки Суб'єкту та Об'єкту. Нові актанти – відсутні.

[Синоним2] [Дефиниція] = Ре: [Is] огромная

[Акцент2] = [Дефиниція] = Ре: [Is] аномальная

2.6. /// Визначити предметну область (ПрО) знань. ПрО підтверджується.

[ПрО.2] [Pred2] *выросла* → [# ηFrame] → Сельское хозяйство (С/Х)

2.7. /// Перевірити замикання.

[Цель] А: + [Результат] Ре: = *Выросла* + *Выросла* → [#Сравнение] →  
[Y/No] = || Y ||

/// Замикання відбулося. Мету досягнуто, потрібно створити Ситуацію.

Другий етап. Контекстний аналіз

**Формат Ситуації (С1):**

/// Створити Ситуацію за двома реченнями [Txt1] та [Txt2].

[Кто]:: [Sub1] = *Дед* А:

[Поведение]:: А: = [Act1] = *Посадил*

[Каким образом]:: А: = [Goto] [БЗн] → *лопатой*

[Объект действий]:: [Зачем] = [Obj1] = *Ренка*

[Эволюция]:: Ре: = *Выросла* Ре:

[Характеристика]:: Ре: = огромная, аномальная

[Где]:: = [Goto] [БЗн] → «где-то»

[Когда]:: = [Goto] [БЗн] → «однажды»

[Зачем]:: А: = [Чтобы] Ре: [Is] *Выросла*

[Ну и что]:: = [Goto] [БЗн] → [Оценка]. («Субъект положительный»)

[Смысл ситуации]:: [С1] → [БЗн] → «*В результате выполнения сельскохозяйственных работ человек получил неожиданный, аномальный продукт, которым не может воспользоваться. Интрига*»

/// Ситуація побудована. Але залишається Інтрига – невідомо, що робити, коли продукт залишається недосяжним для використання?

[Интрига]:: [С1] = [Goto] [БЗн] → (Если продукт Ре: аномальный, [Акцент] огромный, то он непригоден для использования. Необходимо решить: *что делать?*) /// Субъект рефлексирует.

[Рефлексия] :: А: = [Goto] →

[БЗн] аномальный → [# ηFrame] → «Препятствие»

[БЗн] «Препятствие» → [# ηFrame] → [Слот] [#Инструменты]

[БЗн] [#Инструменты] → («Если продукт [Is] огромный, то выбрать вариант продолжения: (а:) *уничтожить продукт*; (б:) *разделить его на части*; (в:) *увеличить ресурс Субъекта*»).

[БЗн] → («Ресурс Субъекта – это его сила. Чтобы увеличить силу, надо (а:) применить с/х технику или (б:) позвать на помощь других субъектов»).

/// Продолжение просмотра текста

[Txt3] *Позвал Дед на помощь Бабку.*

...

Далі дія казки розгортається в напрямку розкриття суті дискурсу – його смислу. Завдання аналізу – перетворити синтаксичні та стилістичні «авторські»

прийоми на когнітивні елементи. Це відбувається за допомогою правильного вибору фреймів, які акумулюються в Базі знань.

По-перше, активізується фрейм *«Коллектив»*, що може додавати до себе певні Суб\*єкти – **А:**, **В:**, **С:**, **Д:** ... Колектив замінює собою діючого суб'єкта *Дед*. Колектив має фрейм *«Ресурс»* – зі слотом *«Сила»*. Ресурс сили має властивість *«Накопление»* (сума окремих зусиль). Ресурс можна порівнювати з деяким *«Порогом»*, при досягненні якого відбувається подія *Катастрофа*.

Монотонне нарощування колективу призводить до монотонного зростання ресурсу *«Сила»*. Даний смисл передається тим, що деяка ситуація повторюється декілька разів – кожного разу із додаванням до колективу нової діючої особи. Даний феномен вловлюється за допомогою фрейму *«Дежавю»* і відображується в смислі як *«наполегливі спроби»*.

Дуже важливою думкою, яка присутня в казці, становить той факт, що ресурс колективу поступово вичерпується, і коли надія на успіх майже пропадає, справу рятує саме найменший і найслабший член колективу – Мишка. Важливо, що не Мишка (як окремих Суб'єкт) витягує ріпку, а Мишка – як член колективу, і при тому – найслабший його ланцюжок! Щоб виявити даний смисл, до Базі знань внесено фрейм *«Цепочка»* (або *«послідовність»*), а також процедуру *«Иерархия субъектов по величине силы»*.

Таким чином, використовуючи фрейми та спеціальні процедури (правила перетворення) Базі знань, ми будемо смисли кожної ситуації казки. В кінці аналізу ми узагальнюємо смисли та впорядковуємо їх. У підсумку отримуємо т.зв. *«Процедурний смисл»* у вигляді декількох тез на ПрМ. Але найвищу цінність для користувача мають такі *«Концептосферні смисли»*:

*Мал – да удал.*

*Мал золотник – да дорог.*

*Терпение и Труд – всё перетрут.*

*Дети, давайте жить дружно!*

*Разом і батька легше бити. (укр.)*

#### Список використаних джерел

1. Святогор Л.А. Формализация категорий для семантического и прагматического анализа естественно-языковых текстов // Международная научная конференция имени Т.А. Таран ИАИ-2015. Сборник трудов. – К.: Просвіта, 2015. – С. 203–210.

УДК 519.71

<sup>1</sup> **А.А. Фефелов**

Доцент, к.т.н., доцент кафедры дизайна

<sup>2</sup> **В.І. Литвиненко**

Профессор, д.т.н., заведующий кафедрой информатики и компьютерных наук

<sup>3</sup> **М.А. Таиф**

Аспирант кафедры информатики и компьютерных наук

<sup>4</sup> **И.А. Лурье**

доцент, к.т.н., доцент кафедры информатики и компьютерных наук

<sup>1-4</sup> *Херсонский национальный технический университет, г. Херсон*

## РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕННЫХ РЕГУЛЯТОРНЫХ СЕТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ГИБРИДНОЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

**Введение.** Реконструкция или реверсная инженерия генных регуляторных сетей (ГРС) представляет собой процесс восстановления структурных и динамических характеристик сети на основе данных наблюдений за ее поведением. Наиболее распространенным источником данных для реконструкции ГРС являются профили экспрессии генов, формируемые при помощи ДНК-микрочипов. На сегодняшний день существует множество различных моделей и методов реконструкции ГРС. Однако, открытым остается вопрос получения адекватной формы (структуры) уравнений, что представляется достаточно сложной задачей. В данной работе, с целью устранения указанного недостатка, использована общая форма системы дифференциальных уравнений, которую можно описать следующим выражением:

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n), i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где  $x_i$  – переменная состояния, выражающая концентрацию продукта экспрессии  $i$ -го гена;  $n$  – число компонентов (генов) в сети. Для структурной идентификации правой части системы ОДУ предложен гибридный вычислительный метод, основанный на комбинировании искусственной иммунной системы и нейронной сети.

Идея объединения различных вычислительных методов и образования гибридов основывается на предположении о том, что полученный в результате объединения новый вычислительный метод должен обладать более высокой производительностью, чем входящие в него составляющие. В нашем случае технология гибридизации предполагает использование вычислительной модели вейвлет-нейронной сети, в качестве метода обучения которой выбран один из видов искусственных иммунных систем, а именно алгоритм клонального отбора.

**Алгоритм клонального отбора.** В общем виде, формально алгоритм клонального отбора можно представить следующим образом:

$$CLONALG = (Ab^0, f, L, N, n, \vartheta, d, e), \quad (2)$$

где  $Ab^0$  – исходная популяция антител;  $f$  – функция аффинности, которая строится на основе целевой функции ( $f \Rightarrow \max$  или  $f \Rightarrow \min$ );  $N$  – количество антител в популяции;  $L$  – длина рецептора антитела;  $n$  – количество антител, отбираемых для клонирования (с самой высокой аффинностью);  $d$  – множительный фактор, регулирующий количество клонов отобранных антител;  $d$  – количество антител, подлежащих замене новыми (с самой низкой аффинностью);  $e$  – критерий останова.

**Вейвлет-нейронные сети.** При решении задач синтеза и обучения вейвлет-нейронных сетей, основное внимание уделяется настройке параметров вейвлет-нейронов, расположенных в скрытом слое сети, что, по сути, является задачей оптимизации. В данной работе предлагается использовать алгоритм клонального отбора для оптимизации параметров вейвлет-нейронной сети в процессе обучения последней. Нейроны скрытого слоя – это вейвлет-нейроны ( $\Phi$ ), содержащие в себе настраиваемый вейвлет. В качестве параметров вейвлета используется его масштаб ( $s$ ) и сдвиг ( $t$ ) по временной оси. Вейвлет-нейронные сети используют семейства вейвлетов, образованных от одного материнского посредством применения к нему операций масштабирования и сдвига.

**Метод реконструкции системы ОДУ.** В данном случае правая часть системы ОДУ представлена нейронной сетью. Это означает, что на вход сети поступают временные ряды изменения концентрации продуктов экспрессии генов, а выход сети соответствует вектору первых производных концентраций тех же продуктов. Очевидно, что число выходов такой нейронной сети будет всегда равно числу ее входов, т. е.  $p = n$ . Построив данную сеть, мы сможем найти форму уравнений, которая лучше всего соответствует данным экспрессии. Синтез и обучение вейвлет-нейронной сети производится при помощи алгоритма клональной селекции. Для оптимизации выбраны следующие параметры сети: количество нейронов скрытого слоя ( $m$ ); типы вейвлетов скрытого слоя ( $\phi$ ); значения сдвига для нейронов скрытого слоя ( $t_{ik}$ ); значения масштаба для нейронов скрытого слоя ( $s_{ik}$ ); веса выходного слоя ( $w_{kj}$ ); параметры активационной функции выходного слоя ( $a_j$ ). Для кодирования значений параметров мы использовали двоичную систему. Точность представления (количество бит на одно значение) выделена в качестве параметра настройки ИИС. В настройках ИИС устанавливается лишь максимально возможное количество этих элементов. В данной работе мы использовали вейвлеты из следующих семейств: mexican hat, morlet, polywog, rasp, slog, shannon. Обучающий алгоритм имеет возможность выбирать любой из вейвлетов в качестве нейрона скрытого слоя, вследствие чего в рамках одной нейронной сети могут использоваться представители различных типов.

Для расчета аффинности индивидуумов выбрано следующее выражение:

$$f = \sqrt{\frac{1}{n \cdot T} \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^{T-1} \left( x_i^M(t_0 + j\Delta t) - x_i(t_0 + j\Delta t) \right)^2}, \quad (3)$$

где  $t_0$  – начальное время;  $\Delta t$  – временной шаг;  $n$  – количество компонентов (генов) в ГРС;  $T$  – количество данных временного ряда экспрессии;  $x_i^M(t_0 + j\Delta t)$  –

значения концентрации, полученные решением системы ОДУ, представленной вейвлет-нейронной сетью;  $x_i(t_0 + j\Delta t)$  – значения концентрации из временного ряда экспрессии. По сути, выражение (3) – это среднеквадратическая ошибка модели, вычисленная в одном выражении для временных рядов экспрессии всех компонентов регуляторной сети.

Значения  $x_i^M$  для каждого индивидуума популяции ИИС получаются решением системы ОДУ одним из численных методов с начальными условиями  $x_i(t_0)$ . В данной работе в качестве численного метода решения задачи Коши мы выбрали метод Рунге-Кутты четвертого порядка. Ниже приводится обобщенное пошаговое описание предложенного алгоритма.

Шаг 1. *Инициализация.* Создание случайной начальной популяции антител ( $Ab^0$ ).

Шаг 2. *Вычисление аффинности.* Для каждого антитела  $Ab_i, Ab_i \in Ab$  вычислить аффинность согласно выражению (3) с использованием метода Рунге-Кутты.

Шаг 3. *Клональная селекция и распространение.* Выбрать из популяции  $n$  лучших антител, и поместить их в отдельную популяцию клонов  $Ab_C$ . Генерировать клоны элементов популяции  $Ab_C$  пропорционально их аффинности, т.е. чем выше аффинность, тем большее количество клонов создается и наоборот. В данной работе мы реализовали селекцию по принципу турнира [15], что дает возможность управлять сходимостью алгоритма и поддерживать разнообразие популяции на необходимом уровне.

Шаг 4. *Созревание аффинности.* Подвергнуть мутации все клоны популяции  $Ab_C$  с вероятностью, обратно-пропорциональной их аффинностям, т.е. чем ниже аффинность индивидуума, тем выше вероятность его мутации. Вычислить новую аффинность каждого антитела  $Ab_j, Ab_j \in Ab_C$  аналогично шагу 2. Выбрать из популяции  $Ab_C$  (при помощи турнира)  $n$  лучших антител и перенести их в популяцию клеток памяти  $M_R$ . В данной работе мы применили побитовую мутацию индивидуумов, согласно которой каждый бит антитела может быть изменен с заданной вероятностью.

Шаг 5. *Метадинамика.* Заменить  $d$  худших антител популяции  $Ab$  новыми случайными индивидуумами.

Шаг 6. Заменить  $n$  антител популяции  $Ab$  клетками памяти из  $M_R$  и перейти к шагу 2 пока не будет достигнут критерий останова. В данной работе в качестве критерия останова мы выбрали достижение популяцией определенного количества поколений.

**Экспериментальные исследования.** Для проведения экспериментов мы выбрали три задачи разной степени сложности. Для каждой задачи мы сгенерировали по три набора данных временного ряда с различными начальными условиями.

В первом эксперименте используется простая система ОДУ следующего вида:



$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -0.9x_2 + x_3 \\ \dot{x}_2 = 0.2x_1x_2 \\ \dot{x}_3 = x_3 - 0.5x_1 \end{cases} \quad (4)$$

Для каждого из трех временных рядов первого эксперимента выбраны следующие начальные условия:  $(x_1(t_0), x_2(t_0), x_3(t_0)) = (0.2, 0.1, 0.3)$ ,  $(0.1, 0.1, 0.1)$ ,  $(0.2, 0.2, 0.2)$ . Среднеквадратические ошибки обучения на каждом наборе данных составили соответственно:  $f_1 = 0.0216$ ,  $f_2 = 0.0344$ ,  $f_3 = 0.02$ . График временных рядов лучшей модели, синтезированной в результате эксперимента с начальными условиями  $(0.2, 0.1, 0.3)$ , показан на рисунке 1.

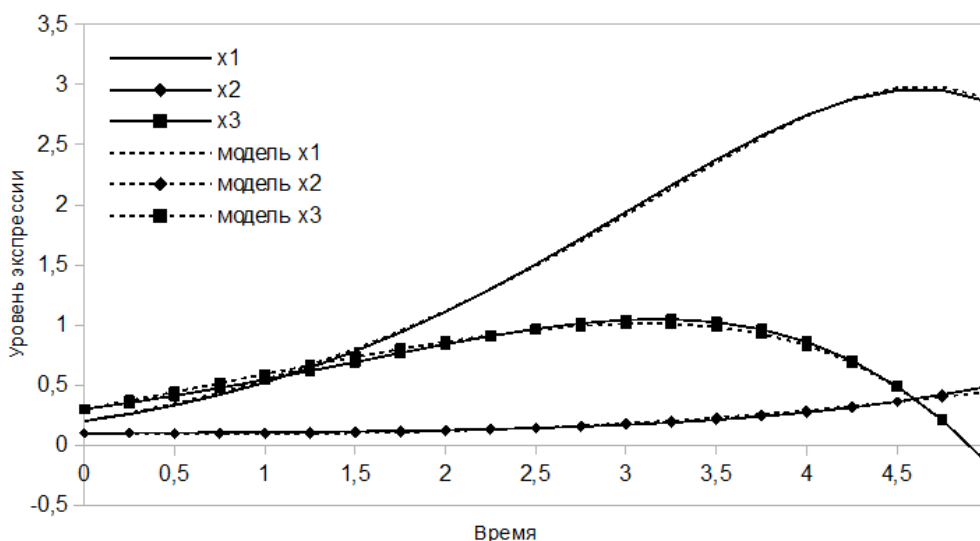


Рис. 1 График лучшей модели данных с начальными условиями  $(0.2, 0.1, 0.3)$

**Выводы.** В работе предложен новый метод реконструкции системы обыкновенных дифференциальных уравнений для моделирования генных регуляторных сетей при помощи алгоритма клонального отбора и вейвлет-нейронной сети. Разработанный метод позволит улучшить качество и точность получаемых решений и повысить устойчивость к зашумленным данным.

#### Список використаних джерел

1. Rawool S.B. Steady state approach to model gene regulatory networks – simulation of microarray experiments / S.B. Rawool, K.V. Venkatesh // Biosystems. – 2007. – Vol. 90(3). – P. 636-655.
2. Chen P.C.Y. A Markovian approach to the control of genetic regulatory networks / P.C.Y. Chen, J.W. Chen // Biosystems. – 2007. – Vol. 90(2). – P. 535-545.
3. Chen T. Modeling gene expression with differential equations / T. Chen, H. L. He, G. M. Church // 4th Pacific Symposium on Biocomputing (PSB '99), January 1999: proceedings. – Big Island of Hawaii, Hawaii, USA, 1999. – P. 29-40.
4. Savageau M. A. Introduction to S-systems and the underlying power-law formalism / M.A. Savageau // Mathematical and Computer Modelling. – 1988. – Vol. 11. – P. 546-551.
5. De Castro L.N. Artificial Immune Systems: A New Computational Intelligence Approach / L.N. De Castro, J. Timmis, Springer, Heidelberg, 2002. – 357 p.

УДК 519.253

<sup>1</sup>Н. А. Цейтлин,

канд. техн. наук, консультант

<sup>2</sup>А. Н. Горбач, директор

<sup>1,2</sup>Фирма CuBe Matrix, Inh. A. Gorbach, г. Гамбург

## СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКЛАМНОЙ ТВ-КАМПАНИИ

Разработаны и исследованы два адекватных метода измерения индикатора быстрой реакции пользователей интернет-магазина на телевизионную рекламу - метод «аппроксимации формулой Вейбулла» и метод «кусочно-линейной аппроксимации». В отличие от общепринятого метода «прямого измерения», погрешности измерения этими методами не превышают шумовой фон.

We developed two methods of measuring the immediate response to TV advertising on online shops: "Method of approximation by Weibull" and "Method of piecewise linear approximation". In contrast to the "Method of direct measurement", they distinguish between ground noise and TV uplift.

### Принятые аббревиатуры, определения, термины и обозначения

ИМ – интернет-магазин; ТВК – телевизионный канал; ТР – телевизионная реклама; Визит – уникальное посещение пользователем ИМ в момент  $x_j$  – временной штамп визита;  $x_j \in (0, \dots, 86400)$  с;  $j \in (1, 2, \dots, N)$ ;  $N$  – количество визитов; обычно  $N \gg 1$ ;

МОР – момент окончания рекламы – момент  $t_i$  времени суток окончания  $i$ -той ТР в блоке ТР на ТВК;  $t_i \in (0, \dots, 86400)$  с;  $i \in (1, 2, \dots, K)$ ;  $K$  – количество МОР за сутки ( $86400$  с = 24 ч); ряды  $\{x_j\}$  и  $\{t_i\}$  хранятся на сервере ИМ.

КФЧ - кумулятивная функция частот визитов в течение суток;

$\Gamma_i$ -кривая – интегральная характеристика быстрой реакции посетителей ИМ на  $i$ -тую ТР после МОР  $t_i$ .  $\Gamma_i$ -кривая описывает резкое возрастание количества визитов, начинающееся в МОР  $t_i$ , следующий после  $i$ -той ТР, и снижение этого количества до фонового уровня за время  $T_{\alpha i}$ .

$\mathcal{L}_i$ -кривая – дифференциальная характеристика реакции посетителей ИМ на  $i$ -тую ТР;  $\mathcal{L}_i$ -кривая определяется как первая производная от  $\Gamma_i$ -кривой.

$T_{\alpha i}$  - период времени, в течение которого наблюдаются  $\Gamma_i$ - и  $\mathcal{L}_i$ -кривые; вероятность превышения величины  $T_{\alpha i}$  меньше заданной  $\alpha$  (примем  $\alpha = 0,05$ );

$T_\alpha$  – максимальное значение распределения периодов времени  $T_{\alpha i}$ , вероятность превышения которого меньше заданной  $\alpha$  (примем  $\alpha = 0,01$ ).

ИБР – индикатор быстрой реакции пользователей на  $i$ -тую ТР ИМ, начинающейся с МОР  $t_i$  -разность  $N_i$  между наблюдаемым количеством  $N_{ni}$  визитов пользователей в ИМ за короткий период времени  $T_{\alpha i}$  после МОР  $t_i$  и тем возможным количеством  $N_{vi}$  визитов, которые могли бы произойти в тот же период времени  $T_{\alpha i}$  после МОР  $t_i$ , если бы  $i$ -тая ТР отсутствовала:

$N_i = N_{ni} - N_{vi}$ ; ПИ – принятый метод прямого измерения значений ИБР [1].

Разрабатываемые методы измерения ИБР: АФВ - метод аппроксимации формулой Вейбулла и КЛА - метод кусочно-линейной аппроксимации.

Рассматривается некоторый поток однотипных событий, интенсивность которого обусловлена суммарным воздействием ряда медленно изменяющихся слабо влияющих факторов, а также - одним периодически возникающим сильно влияющим фактором, вызывающим импульсивное возрастание интенсивности потока. К подобным явлениям относится быстрая реакция потребителей на ТР ИМ.

С развитием онлайн-маркетинга появилась возможность автоматизировать маркетинговое исследование на основании большого количества недорогих оперативных данных. Такими данными являются автоматически фиксируемые сигналы в моменты времени  $x_j$  о визитах посетителей ИМ. Они могут служить измеряемыми количественными показателями эффективности ТР ИМ.

**Исходные данные** для измерений ИБР представляют собой результаты наблюдения рядов  $\{x_j\}$  и  $\{t_i\}$  в течение многих суток. Обычно подобные данные визуализируют с помощью Л-кривых [5]. Трудности статистической обработки Л-кривых связаны с отсутствием формального основания для разбиения времени суток на интервалы  $\Delta t$ , необходимые для численного определения производной. График первой производной КФЧ, совмещённый с МОР (см. рис. 1 [5]) даёт наглядное представление о резких всплесках (названных  $L_i$ -кривыми) интенсивности визитов после МОР. Начало каждой  $L_i$ -кривой почти совпадает с МОР соответствующего ТВК. Поскольку первые производные КФЧ строятся численным методом (см. подпись под рис. 1), то: чем **меньше** значение  $\Delta t$ , тем произвольнее скачки производной  $F'_i(t)$ ; чем **больше**  $\Delta t$ , тем нагляднее представляются изучаемые всплески, но и тем больше «растягиваются»  $L_i$ -кривые. Этим недостатком лишена КФЧ, вид которой (рис. 2) не зависит от деления времени суток на интервалы  $\Delta t$ .

Максимальное значение КФЧ  $F(t)$  (при  $t = 1440$  мин) равно количеству  $N$  визитов, накопленных за сутки ( $N \gg 1$ ) [5]. Таким образом,  $L_i$ -кривые приемлемы для наглядного представления о резком всплеске интенсивности визитов после МОР [1, 2], а для количественного описания всплесков необходимо использовать  $\Gamma_i$ -кривые на КФЧ  $F(t)$  (рис. 1 [5]).

Представим КФЧ в виде кусочно-постоянного сплайна [3, с. 215]:

$$F_N(t) = \sum_{j=1}^N I_{01}(x_j, t); I_{01}(x_j, t) = 0 \text{ при } t < x_j \text{ и } I_{01}(x_j, t) = 1 \text{ при } t \geq x_j; x_j \leq x_{j+1}, \quad (1)$$

где  $I_{01}(x_j, t)$  – единичная ступенчатая функция;  $x_j, t_i \in (0, \dots, 86400)$  с. Очевидно, что  $F_N(t) = 0$  при  $t < x_1$  и  $F_N(t) = N$  при  $t \geq x_N$ .

Накапливаемая сумма визитов, или КФЧ  $F_N(t)$  - неубывающая функция времени (см. рис. 2), вдоль которой имеются скачки ( $\Gamma_i$ -кривые), начинающиеся от МОР  $t_i$ , заметные «на глаз» лишь в крупном масштабе (см. рис. 3). **Допускаем**, что пока ТР нет, КФЧ растёт плавно (с небольшими спонтанными скачками) до некоторого МОР  $t_i$   $i$ -той ТР ( $t_i = 5000$  с). Затем возникает  $\Gamma_i$ -кривая, и к моменту  $t^*_i$  ( $t^*_i = 5120$  с) КФЧ продолжает вновь «спокойно» расти до следующего  $i + 1$ -го МОР  $t_{i+1}$ .

**Метод косвенного измерения ИБР** заключается в статистическом

оценивании интерпретируемых параметров - ИБР  $N_i$  в формулах, описывающих  $\Gamma_i$ -кривые.

$\Gamma_i$ -кривую (см. рис. 1) на интервале от МОР  $t_{i-1}^*$  – окончания предыдущей  $\Gamma_{i-1}$ -кривой до МОР  $t_{i+1}$  начала следующей  $\Gamma_{i+1}$ -кривой можно аппроксимировать непосредственно функцией, проходящей через точку  $(F_i, t_i)$ . Представим эту функцию в виде суммы прямой  $F_i + b_i(t - t_i)$  и  $\Gamma_i$ -образной функции  $N_i S(t, t_i)$ , также начинающейся в точке  $(F_i, t_i)$ :

$$F_N(t, t_i) = F_i + b_i(t - t_i) + N_i S(t, t_i); t \in (t_{i-1}^*, t_{i+1}); i \in (2, \dots, K-1); b_i > 0; |N_i| < \infty, \quad (2)$$

где  $b_i, N_i$  – интерпретируемые эмпирические коэффициенты;  $K$  – количество МОР в сутках. Неубывающая функция  $F_i + b_i(t - t_i)$  ( $b_i \geq 0$ ) используется для аппроксимации  $i$ -того фрагмента (2) КФЧ (1) в допущении о том, что, якобы, не было  $\Gamma_i$ -кривой на участке  $T_{\alpha i}$  в промежутке от  $t_{i-1}^*$  до  $t_{i+1}$ , т. е.  $\Gamma_i$ -кривая  $N_i S(t, t_i)$ , начиная с МОР  $t_i$ , «должна подниматься» над прямой  $F_i + b_i(t - t_i)$ .

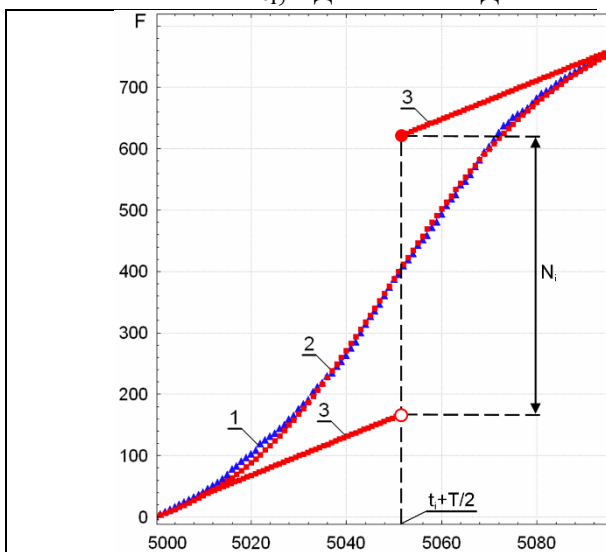


Рис. 1. Аппроксимация  $\Gamma_i$ -кривой:

$N_i$  – ИБР;  $t$  – время суток, с;  
 $F$  – накопленное количество визитов после МОР  $t_i = 5000$  с; 1 – наблюдаемая  $\Gamma_i$ -кривая; 2 – аппроксимация Вейбулла (2) и (3); 3 – кусочно-линейная аппроксимация (7).

**Метод аппроксимации формулой Вейбулла** основан на допущении, что в качестве эмпирической аппроксимации  $S(t, t_i)$  подойдет функция с интерпретируемыми коэффициентами, имеющая простой вид. Этим условиям лучше многих удовлетворяет функция Вейбулла [5]:

$$S(t, t_i) = 0, \text{ если } t < t_i \text{ и} \\ S(t, t_i) = 1 - \exp\{-[(t - t_i)/q_i]^{c_i}\}, \\ \text{если } t \geq t_i; q_i > 0; c_i > 0, \quad (3)$$

где  $t_i, q_i$  и  $c_i$  – параметры положения, масштаба и формы, соответственно.

Параметры  $t_i$  известны (поэтому функции Вейбулла и отдано предпочтение). Параметры  $q_i$  и  $c_i$  входят в функцию (3) нелинейно, поэтому их, совместно с  $b_i$  и  $N_i$  функции (2), придется определять методом нелинейного оценивания [3, 5] по значениям точек  $\{(x_j, F_j)\}$ , на области действия  $t \in (t_{i-1}^*, t_{i+1})$  с ограничениями, обусловленными  $\Gamma$ -кривыми:  $10 < q_i < 170; 1,2 \leq c_i < 6$ .

Множество значений  $T_{\alpha i}$  периодов времени  $T$  рассматривают как выборку, верхний  $\alpha$ -предел распределения которой  $T_\alpha$  можно найти [3, с. 73] по её эмпирической функции распределения. Найдём период времени  $T_{\alpha i}$ , задав малую вероятность  $\alpha = 0,05$ . Тогда, согласно формуле (3):  $1 - 0,05 = 1 - \exp\{-[(T_{0,05i})/q_i]^{c_i}\}$ , откуда

$$T_{0,05i} \approx q_i 3^{1/c_i} = q_i \sqrt[3]{3}. \quad (4)$$

Для адекватного графического представления  $L_i$ -кривой на участке  $t \in (t_{i-1}^*, t_{i+1})$  можно воспользоваться первой производной функций (2) и (3):

$$[F_N(t, t_i)]'_t = b_1 + (c_i/q_i)[(t-t_i)/q_i]^{c_i-1} \exp\{-[(t-t_i)/q_i]^{c_i}\}. \quad (5)$$

Реализация итерационного метода **нелинейного оценивания** параметров функций (2) и (3) требует большого машинного времени для расчётов. Быстрее делать расчёты методом **линейного оценивания**. Поскольку конечной целью измерения является **оценка ИБР**  $N_i$ , то придётся пожертвовать оцениванием параметров  $q_i$ ,  $c_i$  и  $T_{\alpha i}$ .

В работе [5] рассмотрены два более простых и быстрых метода аппроксимации  $\Gamma_i$ -кривой. Один метод - АФВПК заключается в замене оценок параметров масштаба  $q_i$  и формы  $c_i$  в функции  $S(t, t_i)$  Вейбулла (3) их медианными значениями, «типичными» для данного класса  $\Gamma$ -кривых. Метод КЛА заключается во введении в формулу (2) ступенчатой функции

$$S(t, t_i) = I_{01}(t, t_i + T_{\alpha i}/2) = 0 \text{ при } t < t_i + T_{\alpha i}/2 \text{ и } I_{01}(t, t_i + T_{\alpha i}/2) = 1 \text{ при } t > t_i + T_{\alpha i}/2. \quad (6)$$

Заменяя значения  $T_{\alpha i}$  величиной  $T_\alpha$ , определяемой по **выборке**, получим линейную относительно параметров  $b_i$  и  $N_i$  функцию

$$F_N(t, t_i) = F_i + b_i(t - t_i) + N_i I_{01}(t, t_i + T_\alpha/2); t \in (t_{i-1}^*, t_{i+1}); i \in (2, \dots, K-1). \quad (7)$$

Кусочно-линейная функция (7) имеет разрыв непрерывности первого рода, равный **ИБР**  $N_i$  (см. рис. 3 [5]), на временном диапазоне в  $3T_\alpha$ :  $T_\alpha$  секунд – до МОР  $t_i$  и  $2T_\alpha$  секунд – после МОР  $t_i$ .

Теперь **ИБР**  $N_i$  можно определить как разность между количеством  $N_{\text{ни}}$  визитов в короткий период времени  $T_{\alpha i}$  после МОР  $t_i$  и количеством  $N_{\text{ди}}$  визитов в тот же период  $T_{\alpha i}$  до МОР  $t_i$ :

$$N_i = N_{\text{ни}} - N_{\text{ди}}. \quad (8)$$

### Выводы

1. Мерой быстрой реакции пользователей на телевизионную рекламу является **индикатор быстрой реакции**.

2. В дополнение к общепринятому неадекватному **методу прямого измерения индикатора быстрой реакции** предложены адекватные **методы косвенного измерения** - метод «аппроксимации формулой Вейбулла» и метод «кусочно-линейной аппроксимации».

### Список использованных источников

1. Zigmond D., Stipp H. Assessing a new advertising Effect: Measurement of the Impact of television commercials on Internet Search Queries.– J. Of Advert. Research, June, 2010, p. 1-7.
2. Liaukonyte, Jura and Teixeira, Thales and Wilbur, Kenneth C., How TV Ads Influence Online Shopping (April 6, 2014). Available at SSRN: 2421408.
3. Цейтлин Н. А. Из опыта аналитического статистика.- М.: Солар, 2007.- 906 с.
4. Weibull, W. (1951), "A statistical distribution function of wide applicability", J. Appl. Mech.- Trans. ASME 18 (3): 293–297.
5. Цейтлин Н. А., Горбач А. Н. Маркетинговое исследование телевизионной рекламной кампании интернет-магазина. CuBe Matrix, Inh. A. Gorbach. Hamburg – 2015. - 111 с. [www.cubematrix.com/oldsite/book/tv\\_ad\\_analysis.pdf](http://www.cubematrix.com/oldsite/book/tv_ad_analysis.pdf).



**Philosophy of  
intelligent computing**

**Philosophical aspects  
of artificial intelligence**

**Conceptual problems  
of intelligent computing**

**State-of-the-art,  
problems and  
perspectives  
of intelligent computing**

**1**

**Methodological  
aspects of intelligent  
computing**

## **Section 1**

### **Methodological aspects of intelligent computing**

1. Philosophy of intelligent computing.
2. Philosophical aspects of artificial intelligence.
3. Conceptual problems of intelligent computing.
4. State-of-the-art, problems and perspectives of intelligent computing.



UDC 004.8+616-079

**<sup>1</sup>L.M. Kupershtein**

PhD., Associate Professor

**<sup>2</sup>T.B. Martyniuk**

Dr. Sc, Professor

**<sup>3</sup>A.G. Buda**

PhD., Associate Professor

**<sup>4</sup>M.D. Krentsin**

Bachelor student

<sup>1-4</sup>*Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia*

## **THE METHODOLOGY OF AUTONOMOUS NEURAL NETWORK MODULE DESIGNING IN MATLAB FOR THE MEDICAL DIAGNOSIS**

Today the usage of intelligent technologies is quite widely used to solve a wide range of application tasks. One of these promising technologies are the artificial neural networks (ANN), which are very successfully used in such areas as medicine, economics, engineering, manufacturing, art etc [1-3]. ANN are popular due to their highly approximation ability. This is possible due to machine learning methods, which are the basis of the neural networks concept. High efficiency of ANN was repeatedly proven by solving the classification, recognition, prediction and control problems [3, 4] and the ANN usage by such IT-giants as Google, Microsoft, Facebook, Yandex and others in their business processes.

Neural network (NN) may be implemented either in hardware kind for large volumes of data processing and receiving the calculations results in real time, or in software kind. In most cases a software implementation of NN, which can perform the appropriate calculations and present the results in a reasonable time, is sufficient. The computer simulation of NN can be performed on neural network emulators or using high-level languages. There are universal applications and software products for neural networks modeling [4]. Universal applications allow synthesizing optimal neural network which can be used to solve a wide class of problems with the proposal of different paradigms and learning algorithms. Application modeling environment are focused on the synthesis of neural networks, which are used in a particular industry or application area or for a specific task.

Today a quite number of neuropackages for researchers in neurocomputing are available which are separate software products or a part of more complex software. All of them are different in functionality, such as the number of supported neuroparadigms and using features.

Among the most important properties of neural simulators there is ability to synthesize the code in a particular form of resulting neural network with a focus on algorithmic high-level language. This code can be easily integrated into the user's program.

In addition to neurosimulators there are number of neural network libraries, which are available to developers of intelligent software [4]. Their using greatly reduces software applications development time, but still requires the knowledge of particular

algorithmic language to write code for supporting structures software to provide correct functioning of the application.

One of the most effective by develop time, the most powerful and the most flexible in functionality for neurosimulators setting, in the opinion of authors is Neural Network Toolbox from the MatLAB package by MathWorks company. In addition to the mentioned advantages there are data input/output possibilities from various external sources, such as txt- or xls-files are realized in NNT. But the biggest advantage of using NNT is the ability to compile a learned NN into a standalone software module such as exe-file or dynamic library for different algorithmic languages. This approach allows to use such software on other PCs, where the quite expensive MatLAB environment is not installed. The only requirement is to use Matlab Runtime Compiler free library. You can deploy your software application with user interface based on the dll- or EXE file. In addition, exe-module can be used independently without any auxiliary, it performs neurocalculations such as reading/writing data from/to an external data source. In the course of solving the problem of medical diagnosis, namely, the establishment of a preliminary stroke diagnosis basing on its localization based on NN, a methodology was developed for implementation an autonomous neural network module in the Matlab environment.

The development process is conventionally divided into two stages:

1. Simulation of the neural network, which consists in choosing the type of NN and its architecture, the formation of the training sample and the training of the NN in the MATLAB environment. The result is a trained NN, which solves the tasks assigned to it with the necessary accuracy.

2. Creation of the autonomous NN module, which consists of developing in the MATLAB the m-function of the trained NN and the m-function of loading/unloading NN data with indication of their compilation. The result is independent MATLAB executing NN exe-module.

This approach allows to significantly reducing the time of NN synthesis in the form of an executing program by using the facilities of the MATLAB environment in comparison to the use of development tools based on high-level programming languages. This technique also allows the using of NN without the necessity of the development tool itself to directly solve a particular task or as a module for the design of intelligent systems.

### References

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / Хайкин С. - [2-е изд.]; пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. - 1104 с.
2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Осовский С.; пер. с польск. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 344 с.
3. Морозов А. А. Состояние и перспективы нейросетевого моделирования СППР в сложных социотехнических системах / А.А. Морозов, В.П. Клименко и др. // Математические машины и системы. – 2010. – №1. – С. 127-149.
4. Васюра А.С. Методи та засоби нейроподібної обробки даних для систем керування / А.С. Васюра, Т.Б. Мартинюк, Л.М. Куперштейн. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2008. – 175 с.

UDC 519.237

<sup>1</sup> **Sergiy Prykhodko**

D.Sc., Professor, Head of Department of Software of Automated Systems

<sup>2</sup> **Natalia Prykhodko**

PhD, Associate Professor, Associate Professor of Finance Department

<sup>3</sup> **Lidiia Makarova**

PhD, Associate Professor of Department of Software of Automated Systems

<sup>4</sup> **Kateryna Pugachenko**

PhD, Associate Professor of Department of Information Systems and Technologies

<sup>1,2,3,4</sup> *Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv*

## STATISTICAL ANOMALY DETECTION TECHNIQUE BASED ON NORMALIZING TRANSFORMATIONS FOR MULTIVARIATE NON- GAUSSIAN DATA

**Introduction.** Anomaly detection is one of important problems in data mining and processing. Today this problem is solved with different techniques including statistical [1]. However, well-known statistical techniques (for example, multivariate anomaly detection based on a test statistics for the Mahalanobis squared distance, which have an approximate the Chi-Square distribution or F distribution) are used to detect anomalies in a data set under the assumption that the data is generated by a multivariate Gaussian distribution.

In [2] the statistical anomaly detection techniques for univariate and bivariate non-Gaussian data on the basis of normalizing transformations were proposed. We propose a statistical anomaly detection technique for multivariate non-Gaussian data. The statistical technique is based on multivariate normalizing transformations and the Mahalanobis squared distance (MSD). The technique consists of two steps. In the first step, multivariate non-Gaussian data is normalized using a multivariate normalizing transformation. In the second step, MSD is calculated and compared with a quantile of the Chi-Square distribution. The data values for which a value of MSD is greater than the quantile of the Chi-Square distribution (QCSD) are considered as anomalies and these values are cut off. Two steps should be repeated for the data after anomaly cutoff until all values of MSD will be less than or equal to QCSD.

**A statistical anomaly detection technique.** Consider bijective multivariate normalizing transformation of non-Gaussian random vector  $\mathbf{X} = \{X_1, X_2, \dots, X_m\}^T$  to Gaussian random vector  $\mathbf{Z} = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_m\}^T$  is given by

$$\mathbf{Z} = \psi(\mathbf{X}). \quad (1)$$

The values of the sample observations or multivariate data points  $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_N$  are normalized using the transformation (1).

The Mahalanobis squared distance for each multivariate data point  $i, i = 1, 2, \dots, N$ , is denoted by  $d_i^2$  and given by

$$d_i^2 = (\mathbf{z}_i - \bar{\mathbf{z}})^T S_N^{-1} (\mathbf{z}_i - \bar{\mathbf{z}}), \quad (2)$$

where  $\bar{\mathbf{Z}}$  is the sample mean vector and  $S_N$  is the sample correlation matrix

$$S_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\mathbf{z}_i - \bar{\mathbf{Z}})(\mathbf{z}_i - \bar{\mathbf{Z}})^T .$$

It is known [3] if the data follows a multivariate normal distribution then the distribution of MSD behaves as a Chi-Square distribution. For large  $N - m$  (at least 25), the distance  $d_i^2$  should behave approximately like independent  $\chi_{m,\alpha}^2$  random variables. Here  $\chi_{m,\alpha}^2$  is QCSD and  $\alpha$  is significance level. We take  $\alpha$  as 0.005. The data values for which a value of MSD is greater than QCSD are considered as anomalies and these values are cut off. After anomaly cutoff the reduced number of multivariate data points are normalized using the transformation (1) again until all values of MSD will be less than or equal to QCSD.

**Examples.** We consider the examples of detecting anomalies in multivariate non-Gaussian data for two cases: bivariate and fourvariate data.

The bivariate data consist of efforts  $X_1$  and duration  $X_2$  for 145 completed software projects (Table 19, pp.74-76) [4]. Another data consist of four different measures of stiffness  $X_1, X_2, X_3$  and  $X_4$ , on each  $N = 30$  of boards (example 4.15, p.190) [3]. As the normalizing transformation (1) for these data we use  $S_U$  family Johnson translation system [5]. For bivariate data the projects 102 and 142 are multivariate anomalies, since according (2)  $d_{102}^2 = 12.21$  and  $d_{142}^2 = 11.02$  are greater than  $\chi_{2,0.005}^2 = 10.60$ . For fourvariate data the specimen 16, with  $d_{16}^2 = 18.95$  is flagged as an anomaly, since  $\chi_{4,0.005}^2 = 14.86$ .

**Conclusion.** From the examples we conclude that the proposed technique is promising. However, some refinements may be necessary. We intend to try other values of significance level.

### References

1. Chandola, V., Banerjee, A., Kumar, V. (2007). Anomaly Detection: A Survey. Technical Report 07-017, 72 p.
2. Prykhodko, S.B. (2015). Statistical anomaly detection techniques based on normalizing transformations for non-Gaussian data, in "Computational Intelligence (Results, Problems and Perspectives)", Proceedings of the International Conference, Kyiv-Cherkasy, Ukraine, May 12-15, 2015, 286-287.
3. Johnson, R.A., Wichern, D.W. (2007). Applied Multivariate Statistical Analysis. Pearson Prentice Hall, 800 p.
4. Kitchenham, B., Pfleeger, S.L., McColl, B., Eagan, S. (2002). An empirical study of maintenance and development estimation accuracy. The Journal of Systems and Software, 64, 57-77.
5. Stanfield, P.M., Wilson, J.R., Mirka, G.A., Glasscock, N.F., Psihogios, J.P., Davis J.R. (1996). Multivariate input modeling with Johnson distributions, in Proceedings of the 28th Winter simulation conference WSC'96, December 8-11, 1996, Coronado, CA, USA, ed. S.Andra dyttir, K.J.Healy, D.H.Withers, and B.L.Nelson, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 1457-1464.

UDC 004.89

**Alina Zamula**

Candidate of technical sciences, Associate Professor, Department of the Information Technologies

*Kharkiv Educational and Research Institute of University of Banking, Kharkiv***FUZZY LOGIC CONTROL IN COMPLEX SYSTEMS MODELING**

**Introduction.** The field of intelligent control has recently emerged as a response to the challenge of controlling highly complex and uncertain nonlinear systems. It attempts to design the controller with the key properties of adaptation, learning and autonomy. The field is still immature and there exists a wide scope for the development of new methods and models that enhance the key properties of intelligent systems and improve the performance in the face of increasingly uncertain conditions [1].

Fuzzy logic in the banking activity allows using non clear initial data to obtain the output values, reflecting the weak formal banking processes with a high level of accuracy and adequacy. The purpose of this paper is to develop the fuzzy logic model for intellectual control system. Object of study includes processes of commercial bank.

**The formalization of fuzzy logic model.** Controlling factor  $U_1$  – quality score of banking – formalized through a hierarchical model consisting of four fuzzy systems  $Y_1^3 = f_1(x_1^3, x_2^3, x_3^3)$ ,  $Y_2^3 = f_2(x_4^3, x_5^3, x_6^3)$ ,  $Y_3^3 = f_3(x_7^3, x_8^3, x_9^3)$ ,  $U_1 = f_4(Y_1^3, Y_2^3, Y_3^3)$ , where systems  $Y_1^3 = f_1(x_1^3, x_2^3, x_3^3)$ ,  $Y_2^3 = f_2(x_4^3, x_5^3, x_6^3)$ ,  $Y_3^3 = f_3(x_7^3, x_8^3, x_9^3)$ ,  $U_1 = f_4(Y_1^3, Y_2^3, Y_3^3)$ , where  $Y_1^3$  – quality of banking services, [0; 30],  $Y_2^3$  – quality of service, [0; 30],  $Y_3^3$  – quality of banking information technologies (BIT), [0; 30],  $x_1^3$  – range of banking services, [10; 100],  $x_2^3$  – exclusivity of banking services, [0; 10],  $x_3^3$  – cost of bank services, [0; 5],  $x_4^3$  – qualification of the bank staff, [1, 10],  $x_5^3$  – duration of financial relationship with the client, [2,20],  $x_6^3$  – branch network, [1,10],  $x_7^3$  – process ability (BIT), [0; 10],  $x_8^3$  – serviceability (BIT), [0; 10],  $x_9^3$  – functionality (BIT), [0; 10].

As a term-set input and output linguistic factors used set  $T = \{T_1 = \langle\text{low, (L)}\rangle, T_2 = \langle\text{middle, (M)}\rangle, T_3 = \langle\text{high (H)}\rangle\}$ . Membership functions for input variables are constructed using the method of statistical analysis expert information, and for output variables – based on paired comparisons. As a result, the accuracy of the model selected settings triangular and trapezoidal piecewise linear membership functions.

To develop a rules base of fuzzy model used experimental data and expert information. The rule of fuzzy model  $Y_1^3 = f_1(x_1^3, x_2^3, x_3^3)$  presented in a knowledge base as (1).

$R_1$ : If  $x_1^3$  is «H» and  $x_2^3$  is «M» and  $x_3^3$  is «L», then  $Y_1^3 \in \langle\text{H}\rangle$  (1)

Similarly shaped base rules for fuzzy models  $Y_2^3 = f_2(x_4^3, x_5^3, x_6^3)$ ,  $U_1 = f_4(Y_1^3, Y_2^3, Y_3^3)$ ,  $Y_3^3 = f_3(x_7^3, x_8^3, x_9^3)$ .

Antecedents elements of fuzzy rules related logic operation "AND". The weights of each rules are equal to unit, because formed rules are equally important for the inference that confirmed the accuracy of the model. Fuzzy inference made using Mamdani algorithm with min-activation conclusions in fuzzy rules productions and the center of

gravity method for output factors defuzzification [1].

Controlling factor – the interest rate  $U_2$  – formalized using fuzzy logic. The model  $U_2 = f(x_2^1, x_3^1)$ , where  $x_2^1$  – index LPS (Loans to private sector), points,  $x_3^1$  – index EMU (Economic sentiment index), points [2], is developed, defined linguistic factors, membership functions, formed the knowledge base in production rules (Table 1) and selected fuzzy inference algorithm.  $T$  – term-set of linguistic factors:  $T = \{T_1 = \langle\langle\text{low}, (L)\rangle\rangle, T_2 = \langle\langle\text{middle}, (M)\rangle\rangle, T_3 = \langle\langle\text{high}, (H)\rangle\rangle\}$ .

The rule of fuzzy model  $U_2 = f(x_2^1, x_3^1)$  presented in a knowledge base as (2):

$$R_1: \text{If } X_2^1 \text{ is } \langle\langle T_1 \rangle\rangle \text{ and } X_3^1 \text{ is } \langle\langle T_2 \rangle\rangle, \text{ then } U_2 = a_1 \cdot X_2^1 + a_2 \cdot X_3^1 \quad (2)$$

where  $a_1, a_2$  – numerical coefficients model that identified on statistics.

Table 1 – The rule base  $U_2 = f(x_2^1, x_3^1)$

№	$x_2^1$	$x_3^1$	$U_2$
1	H	H	$0,75 x_2^1 + 0,67 x_3^1$
2	L	L	$0,55 x_2^1 + 0,25 x_3^1$
3	M	M	$0,62 x_2^1 + 0,37 x_3^1$
4	H	L	$0,75 x_2^1 + 0,25 x_3^1$
5	H	M	$0,75 x_2^1 + 0,37 x_3^1$
6	M	L	$0,62 x_2^1 + 0,25 x_3^1$
7	M	H	$0,62 x_2^1 + 0,67 x_3^1$
8	L	H	$0,55 x_2^1 + 0,67 x_3^1$
9	L	M	$0,55 x_2^1 + 0,37 x_3^1$

As fuzzy inference algorithm is chosen algorithm of Sugeno with defuzzification using weighted average method.

**Conclusion.** Technologies based on fuzzy modeling are universal and make it possible to identify dependencies of a wide class of technical and economic systems and manage them to improve performance.

Practical value consists in the development, training and evaluation of the fuzzy model accuracy by the example of banking. Functions of fuzzy variables and their parameters are selected for building fuzzy models using Mamdani and Sugeno algorithms.

The prospect of the research is to study the possibility and features of the intelligent control application in telecommunication systems, information and economic security.

### References

1. Zamula A., Kavun S. Complex systems modeling with intelligent control elements // International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing. – 2016. – C. 1750009.
2. The World Bank Group – Official site [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.worldbank.org>.

УДК 519.865.7; 338.27

<sup>1</sup> С.В. Бєсєдіна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій

<sup>2</sup> С.Б. Черняк

магістрант 1-го року навчання

<sup>1,2</sup> Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси

## ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЕРЖАВНОЇ ПОДАТКОВОЇ СЛУЖБИ

**Вступ.** Податкова служба є головною організацією у зборі податків, реєстрації нових підприємців, занесення їх в головний реєстр та створення звітності. Сьогодні необхідність автоматизації процесів, що входять до системи бухгалтерського й податкового обліку є важливим. Це підтверджується широкою практикою використання різних інформаційних систем у цих сферах [2], що також починає закріплюватися на законодавчому рівні [1]. Швидкість обробки отриманих даних, зменшення помилок під час їх введення до автоматизованої інформаційно-аналітичної системи (ІАС) контролюючого органу залежить від процесу автоматизації та приймання звітності в податкових інспекціях. Порушення у веденні обліку в системі оподаткування тягнуть за собою неправильне визначення розмірів нарахованих податкових платежів, їх несвоєчасну або неповну сплату до бюджету тощо.

Актуальність створення ІАС державної податкової служби в окремих містах обумовлена сьогодні необхідністю використання великих і постійно збільшуваних обсягів інформації при здійсненні функції з автоматичної обробки податкових документів [4]. Тому розробка автоматизованої ІАС, яка б враховувала всі недоліки і переваги існуючих систем залишається актуальною й необхідною.

Розроблювана ІАС буде застосована у сфері оподаткування та призначена для реєстрації нових підприємців, обрахунків грошового еквівалента сплати податків і т. д. Оскільки, найбільше часу витрачається на заповнення відповідних документів, де часто, людський фактор має свою значущість, використання новітніх технологій, а саме системи, що допоможе заповнювати документи та створювати звітності, буде зменшувати витрати на друк та їх зайвих примірників. Отже, основною функцією ІАС податкової служби є підвищення рівня продуктивності роботи їх працівників, що забезпечуватиме і підвищення рівня продуктивності всієї системи в цілому [3, 4].

Аналіз існуючих систем, таких як: ОПЗ Податкова звітність, «АИС регистрации и учёта юридических и физических лиц в налоговых органах» показав, що існує ряд недоліків, а саме: недосконалий інтерфейс; не супроводжуються офіційним розробником; для підтримки баз даних використано середовище MS Access 2003 тощо.

ІАС податкової служби повинна відповідати таким параметрам як: сумісність із новими операційними системами, зручний, зрозумілий та доступний інтерфейс

для працівника, швидкий доступ до необхідної інформації і т. д. Адже, будь-яка сучасна система повинна забезпечувати постійну та правдиву інформацію, виконувати запити швидко та безпомилково, та ще надавати електронне звітування, що в Україні є проблематичним. Розроблена діаграма бізнес-варіантів для використання податкової служби представлено на рис. 1.

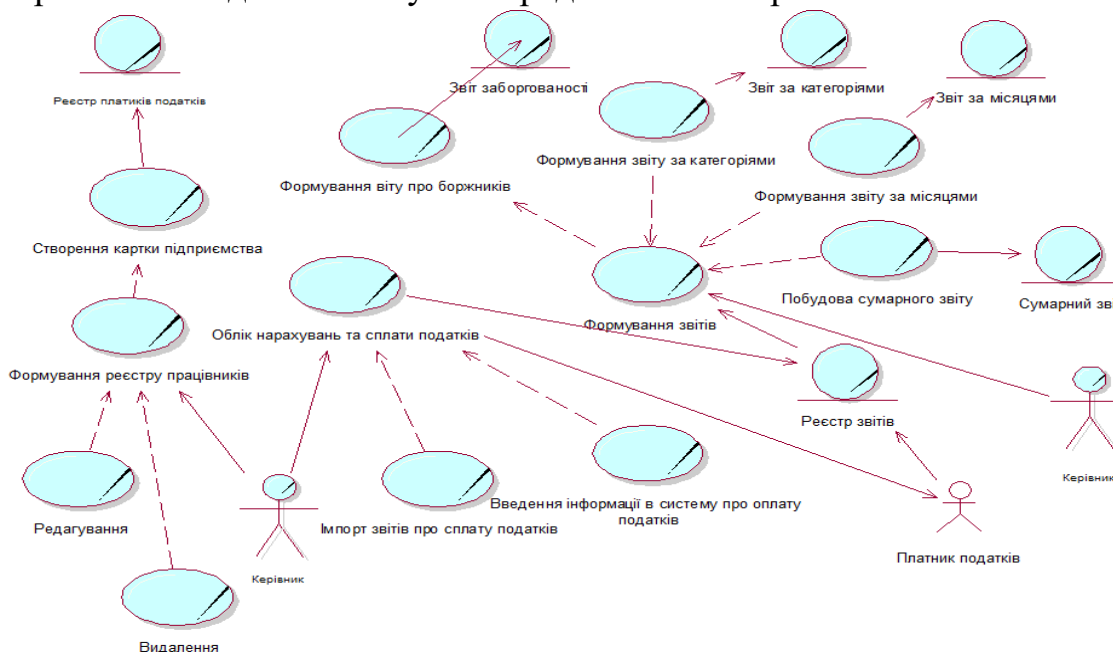


Рисунок 1 – Діаграма бізнес-варіантів для використання податкової служби

**Висновки.** Розвиток інформаційних технологій справляє значний вплив на процеси подання та оприлюднення фінансової звітності, робить інформацію більш доступною та відкритою. У розробленій ІАС для державної податкової служби були враховані недоліки подібних систем. Ця система допоможе автоматизувати та збільшити ефективність роботи як працівників податкової служби, так і користувачів для здачі електронної звітності.

#### Список використаних джерел

1. Закон України «Про електронні документи та електронний документообіг» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/851-15>.
2. Сучасний стан, актуальні проблеми та перспективи розвитку обліку, контролю та аналізу: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції до 20-річчя кафедри обліку і аудиту ІФНТУНГ, Івано-Франківськ : Вид-во ІФНТУНГ, 2015. – 350 с.
3. Автоматизированные информационные технологии в налоговой и бюджетной системах : учебн. пособ. для вузов / под ред. проф. А. Г. Титоренко. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 191 с.
4. Яцко М.В. Особливості процесів подання та оприлюднення фінансової звітності за допомогою мережі Інтернет / М.В. Яцко // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки. – ЖДТУ, 2012. – № 2 (60). – С. 283-287.



УДК 005.8

<sup>1</sup> **А.О. Білощицький**

д.т.н., професор, заступник декана з наукової роботи та міжнародних зв'язків факультету інформаційних технологій

<sup>2</sup> **О.Ю. Кучанський**

к.т.н., доцент кафедри кібернетичної безпеки та комп'ютерної інженерії

<sup>3</sup> **Ю.В. Андрашко**

викладач кафедри системного аналізу і теорії оптимізації

<sup>1</sup>Київський національний університет ім. Т. Шевченка, м. Київ<sup>2</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ<sup>3</sup>ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород

## МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ

В рамках векторної парадигми управління проектами надзвичайно важливим є об'єктивне та ефективне оцінювання результатів функціонування окремих об'єктів системи. Як показує дослідження [1] оцінка наукової діяльності науково-педагогічних працівників України (НПП) потребує врахування якості їх публікацій. Окрім використання h-індексу Гірша, e-індексу Готта та ін. [2] пропонується новий метод, який базується на ідеях, що закладені при підрахунку Ейджен-фактору [3].

Розглянемо задачу впорядкування множини об'єктів, на якій задане бінарне відношення. Нехай потужність множини  $m \geq 2$ . На основі заданого бінарного відношення для кожного об'єкту знаходиться його оцінка. Впорядкування виконується за спаданням оцінок. Оцінки знаходяться як розв'язок однорідної системи лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$r_i = \sum_{j=1}^m \frac{\alpha_{ij} r_j}{n_j},$$

де

 $r_i$  – оцінка і-го об'єкта системи. $\alpha_{ij} \geq 0$  – коефіцієнт, що характеризує відношення між і-м та j-м об'єктами.Якщо ці об'єкти не перебувають у бінарному відношенні, то  $\alpha_{ij} = 0$ . $n_j$  – кількість об'єктів системи, з якими j-й об'єкт перебуває у відношенні.

Для того, щоб існував ненульовий розв'язок системи достатньо, щоб з кожним об'єктом множини у бінарному відношенні перебував хоча б один інший об'єкт із цієї множини.

Враховуючи структуру системи лінійних алгебраїчних рівнянь, для її розв'язання доцільно застосовувати неявні ітераційні методи, наприклад, метод Зейделя [4].

Застосуємо даний підхід для оцінки результатів наукової діяльності НПП. Об'єктами, що оцінюються є НПП, а бінарним відношенням – цитування наукової праці одного НПП іншим. Також розглядається бінарне відношення співавторства.

Підхід до оцінювання об'єктів на основі відношення між ними продемонстрував свою ефективність в інших галузях. Вперше його використали для оцінки результатів пошуку інформації в Інтернеті [5]. Цей підхід використовується компанією Google при впорядкуванні сайтів, що відповідають запитам пошуку. Також даний підхід використовується при підрахунку Ейжден-фактору впливовості наукових видань [6].

Основним недоліком даного підходу є необхідність зберігання великої матриці коефіцієнтів, що характеризують відношення між об'єктами. Слід враховувати, що в реальних задачах матриця є сильно розрідженою. Це надає змогу усунути дану проблему.

Застосування підходу, що описано вище, при оцінюванні наукової діяльності НПП має ряд переваг:

1. Вирішує проблему великої кількості співавторів.
2. Дає змогу гнучко адаптувати оцінку шляхом зміни коефіцієнтів  $\alpha_{ij}$ , зокрема при зменшенні коефіцієнтів  $\alpha_{ii}$  вирішує проблему зловживання самоцитуванням.
3. Оцінка динамічно реагує на зміни системи: додавання і вилучення об'єктів та зміни бінарного відношення.
4. Можливість розгляду кількох бінарних відношень різної природи.
5. Всі вхідні дані легко отримати із відкритих наукометричних баз.

#### Список використаних джерел

1. Андрашко Ю.В. Обзор методів оцінювання результатів діяльності науково-педагогічних працівників та вищих навчальних закладів [Текст] / Ю.В. Андрашко, А.О. Білощицький, О.Ю. Кучанський, С.В. Білощицька, Т.О. Лященко // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 29. – С. 148-156.
2. Білощицький А.О. Наукометричні бази та індикатори цитування наукових публікацій [Текст] / А.О. Білощицький, В.Д. Гогунський. // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. – 2013. – вип.4(5). – С. 198-203.
3. Bergstrom C.T. The Eigenfactor Metrics [Text]/ C.T. Bergstrom, J. D. West, M. A. Wiseman // Journal of Neuroscience. – 2008. – no. 28(45). – pp. 114-133.
4. Самарский А.А., Гулин А. В. Численные методы: Учеб, пособие для вузов [Текст]. – М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит. – 1989. – 432 с.
5. Page L. The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine [Text] / Larry Page, Sergey Brin // Computer Networks . – 1998. – 30(1-7). – pp. 107-117.
6. Eigenfactor Metrics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eigenfactor.org/index.php>.

УДК 004.932.2:004.93'1

<sup>1</sup> **Н.В. Власенко**

К.т.н., викладач кафедри інформатики та комп'ютерної техніки

<sup>2</sup> **О.М. Власенко**

Аспірант кафедри штучного інтелекту

<sup>3</sup> **В.О. Гороховатський**

Д.т.н., професор, професор кафедри інформаційних технологій та вищої математики

<sup>1</sup> Харківський національний економічний університет ім.С.Кузнеця, Харків<sup>2</sup> Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків<sup>3</sup> ДВНЗ Університет банківської справи, Харківський інститут, Харків

## КЛАСТЕРНЕ ПОДАННЯ ОПИСУ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ ЗОБРАЖЕНЬ

**Вступ.** Структурне розпізнавання у системах комп'ютерного зору засновано на обчисленні релевантності описів розпізнаваних об'єктів і бази еталонів [1,2]. Кластерне подання описів є результатом попереднього навчання системи на множині зразків, які становлять базис розпізнавання. Векторну трансформацію структурного опису у вигляді множини ознак можна трактувати як апроксимацію простору ознак системою кластерів. У результаті стає можливим більш продуктивно обчислювати значення релевантності на структурах даних типу вектор-множина і вектор-вектор [3]. На попередньому етапі еталонна множина  $Z = \{Z^j\}_{j=1}^J$ , що включає зразки для розпізнавання ( $Z^j$  – еталон,  $J$  – число еталонних класів), розбивається на кластери. Далі здійснюють «просівання» множин ознак еталонів, у результаті опис  $j$ -го зразка набуває вигляду вектора

$$H[Z^j] = (h_1, h_2, \dots, h_i, \dots, h_k)^j, \quad (1)$$

де  $h_i = \text{card}\{z \mid z \in Z^j \& z \in M_i\}$ ,  $h_i \in C$  – число елементів еталона, віднесених до кластеру  $M_i$ ,  $C$  – множина цілих чисел.

**Методи структурного розпізнавання.** Перший метод спочатку відносить елемент  $o_i \in O$  об'єкта до одного з кластерів  $M_i \subseteq M$  відповідно до правила

$$o_i \rightarrow M_i \mid \arg \min_d \rho(o_i, m_d) = i, \quad (2)$$

де  $\rho(o_i, m_d)$  – метрика для векторів. Далі на підставі порогу фільтруються хибні елементи і формується нормований опис  $O = (h_1, h_2, \dots, h_k)^o$ , де  $h_i$  – число елементів, віднесених до кластеру  $M_i$ . Обчислюємо релевантність  $r_j = \beta(H[O], H[Z^j])$  як відстань у просторі  $R^k$ . Об'єкт відносимо до класу за правилом  $d = \arg \min_j r_j$ .

Другий метод враховує показник значущості класів для ознак  $o_i \in O$ . Значимість обчислимо як вектор  $\alpha^i$ , приписаний до кластеру. Формуємо  $\alpha^i$  на етапі навчання системи розпізнавання, враховуючи особливості бази еталонів в

аспекті її кластерного уявлення. Визначимо  $\alpha^i$  для кластера  $M_i$  як вектор  $\alpha^i = (\alpha_1^i, \alpha_2^i, \dots, \alpha_j^i)$ , компоненти якого задамо співвідношенням

$$\alpha_d^i = c_d^i / s_i, \quad (3)$$

де  $c_d^i = \text{card}\{z \mid z \in Z^d \& z \in M_i\}$  – число елементів класу, визначених за навчанням до кластеру  $M_i$ ,  $s_i = \text{card}(M_i)$  – загальне число елементів кластера.

Віднесення елемента до одного із кластерів тепер супроводжуємо формуванням суми значень апріорних векторів, в результаті чого після аналізу всіх значущих  $o_l \in O$  буде сформований вектор характеристик класів

$$\Sigma = \sum_O \alpha^i = (\Sigma_1, \Sigma_2, \dots, \Sigma_J), \quad \Sigma_d = \sum_i \alpha_d^i. \quad (4)$$

Підсумовування в (4) здійснюється за всіма значимими відповідностями для множини ознак об'єкта. Об'єкт відносимо до класу  $d \in \{1, \dots, J\}$  за правилом:

$$O \rightarrow d \mid d = \arg \max_j \Sigma_j. \quad (5)$$

Вхідними даними для розпізнавання є матриця  $H$  кластерного уявлення розмірами  $J \times K$ , де рядки пов'язані з еталонами, а стовпці – з кластерами. Рядок матриці – це розкладання виду «еталон за кластерами», а стовпець – виду «кластер за еталонами».

**Експерименти.** Дослідження для ознак з рівномірним розподілом в умовах завад показало, що розроблені методи мають високу завадостійкість: при спотворенні до 30% числа ознак забезпечується безпомилкове розпізнавання з ймовірністю вище 0,98. При цьому для другого методу завадостійкість дещо вища. Дослідження програмних моделей показало значно вищу швидкодію розпізнавання на основі кластерного подання, вона в десятки разів перебільшує метод традиційного голосування на підставі множин ознак.

**Висновки.** Кластерне подання є ефективним кроком при трансформації описів в методах структурного розпізнавання візуальних об'єктів за зображеннями. Розроблені методи мають значно кращу швидкодію, в той час як їх завадостійкість практично не знижується.

#### Список використаних джерел

1. Гороховатский В.А. Структурный анализ и интеллектуальная обработка данных в компьютерном зрении: монография / В.А. Гороховатский. – Х.: Компания СМІТ, 2014. – 316с.
2. Берестовский А.Е. Нейросетевые технологии самообучения в системах структурного распознавания визуальных объектов / А.Е. Берестовский, А.Н. Власенко, В.А. Гороховатский // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2015. – Т. 17, № 1. – С. 108–120.
3. Gorokhovatsky V.A. Efficient Estimation of Visual Object Relevance during Recognition through their Vector Descriptions / V.A. Gorokhovatsky // Telecommunications and Radio Engineering. – 2016, Vol. 75, No 14. – P. 1271–1283.
4. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications / R. Szeliski. – London: Springer, 2010. – 979 p.

УДК 519.87

<sup>1</sup> **Є.В. Івохін**

д.ф.-м.н., доцент, професор кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень факультету комп'ютерних наук та кібернетики

<sup>2</sup> **Л.Т. Аджубей**

к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри обчислювальної математики факультету комп'ютерних наук та кібернетики

<sup>1,2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ**ПРО ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ІНТЕРВАЛІВ НАЛЕЖНОСТІ  
НАЙБЛИЖЧИХ ДО ЗАДАНОГО ЦІЛОГО ПРОСТИХ ЧИСЕЛ**

**Вступ.** Розвиток теорії простих чисел в деякому розумінні відображає еволюцію методів математичного пізнання: від висунення емпіричних (інтуїтивних) гіпотез і такої ж емпіричної їх перевірки до надання доказового обґрунтування, що переводить твердження в ранг теорем.

Послідовності простих чисел ефективно використовуються при вирішенні багатьох прикладних задач із застосуванням обчислювальних схем [1].

*Означення 1.* Послідовності невід'ємних простих чисел  $P_j(a) \geq 0$ ,  $j \in \mathbb{Z}$ , що належать інтервалу  $[a, \infty)$  при  $j \geq 0$  або інтервалу  $[0, a)$  при  $j < 0$  для заданого, необов'язково простого, цілого числа  $a \geq 0$ , називатимемо послідовностями простих чисел відносно числа  $a$ .

Для послідовностей  $P_j(a)$ ,  $j = 0, 1, 2, \dots$ , простих чисел відносно довільного  $a \geq 0$  введемо операцію зсуву на  $m$ ,  $m \in \mathbb{Z}$ ,  $j + m \geq j_0$ , простих чисел у вигляді

$$P_j(a) \oplus m = P_{j+m}(a) = P_m(P_j(a)), \quad (1)$$

яка за визначенням не виводить за нижню межу заданої послідовності ( $j + m \geq j_0$ ), і операцію  $n$ -кратної композиції ( $n \in \mathbb{Z}$ ) відношення двох чисел  $P_j(a)$  і  $P_k(a)$ ,  $j, k \in \mathbb{Z}$ ,  $j \leq k$ , у вигляді

$$\frac{P_j(a)}{P_k(a)} \circ n = \frac{P_j(a) \oplus n}{P_k(a) \oplus n} = \frac{P_{j+n}(a)}{P_{k+n}(a)} = \frac{P_n(P_j(a))}{P_n(P_k(a))}. \quad (2)$$

Розглянемо множину невід'ємних раціональних чисел  $r(k, n)$ ,  $k, n \in \mathbb{Z}$ ,  $0 \leq r(k, n) \leq 1$ , які подаються у вигляді відношення двох простих чисел з послідовності відносно числа  $a \geq 0$ :

$$r(k, n) = P_k(a) / P_n(a), \quad k \leq n, \quad k, n \in \mathbb{Z}. \quad (3)$$

*Означення.* Для заданої множини чисел  $r(k, n)$ ,  $k \leq n$ ,  $k, n \in \mathbb{N} \cup \{0\}$ , множину чисел

$$r_*(k + m, n + m) = \frac{P_k(0) \oplus m_*}{P_n(0) \oplus m}, \quad k \leq n, \quad m \in \mathbb{Z}, \quad k, n \in \mathbb{N} \cup \{0\}, \quad (4)$$

де  $m_*$ :  $0 \leq m_* \leq m$  при  $m \in \mathbb{N} \cup \{0\}$ , і  $m_* \leq m$  при  $m < 0$  - найбільше ціле число таке, що  $\frac{P_k(0) \oplus m}{P_n(0) \oplus m} \geq \frac{P_k(0) \oplus m_*}{P_n(0) \oplus m}$ , будемо називати нижньою спряженою множиною, а множину чисел

$$r^*(k+m, n+m) = \frac{P_k(0) \oplus m^*}{P_n(0) \oplus m}, \quad k \leq n, \quad m \in \mathbb{Z}, \quad k, n \in N \cup \{0\}, \quad (5)$$

де  $m^* : m^* \geq m$  при  $m \in N \cup \{0\}$  і  $m \leq m^* \leq 0$  при  $m < 0$  - найменше ціле число таке, що  $\frac{P_k(0) \oplus m}{P_n(0) \oplus m} \leq \frac{P_k(0) \oplus m^*}{P_n(0) \oplus m}$ , - верхньою спряженою множиною.

*Лема.* Для довільного раціонального числа  $l$  і заданого  $n \in N$  існують цілі числа  $a \geq 0$ ,  $b \geq 0$  і прості числа з номерами  $i^* \in \mathbb{Z}$  та  $j^* \in \mathbb{Z}$  з послідовностей простих чисел відносно  $a$  і  $b$  відповідно, такі, що для усіх  $i, j \in N$ ,  $i \leq n$ ,  $j \leq n$ , справедлива нерівність

$$\left| \frac{P_{i^*}(a)}{P_{j^*}(b)} - r \right| \leq \left| \frac{P_i(a)}{P_j(b)} - r \right|. \quad (6)$$

Розглянемо дві неспадні числові послідовності:

$$1) \quad g(n) = \max \{g(n-1), r(n)\}, \quad n \in N, \quad g(0) = 0, \quad (7)$$

де  $r(n)$ ,  $n \in N$ , - відстань між двома найближчими до числа  $n \in N$  простими числами  $q_s(n), q_{s+1}(n)$ ,  $s \in N$ , такими, що  $n \geq q_s(n)$ ,  $n < q_{s+1}(n)$ , тобто  $r(n) = q_{s+1}(n) - q_s(n)$ ;

$$2) \quad p(n) = \max \{p(n-1), l(n)\}, \quad n \in N, \quad p(0) = 0, \quad (8)$$

де  $l(n) = P_1(n) - P_{-1}(n)$ ,  $n \in N$ ,  $P_{-1}(n), P_1(n)$  - попереднє і наступне прості числа відносно числа  $n \in N$ .

Для них справедливі такі властивості:

- послідовності  $g(n)$ ,  $p(n)$  - неспадні, кусково-постійні з інтервалами сталості  $[q_s(n), q_{s+1}(n))$ ,  $s \in N$ ;

- для усіх  $n \in N$  справедливо  $l(n) \geq r(n)$  і, як наслідок,  $p(n) \geq g(n)$ .

*Теорема 1.* Нехай для довільного значення  $n \in N$  величина  $p(n) = \bar{p}$ . Тоді справедливі нерівності

$$2n - 2\bar{p} + 1 \leq P_{-1}(2n), \quad 2n - 2\bar{p} + 3 \leq P_{-1}(2n+1). \quad (9)$$

*Теорема 2.* Нехай для довільного значення  $n \in N$  величина  $p(n) = \bar{p}$ . Тоді справедливі нерівності

$$P_1(2n) \leq 2n + 2\bar{p} - 3, \quad P_1(2n+1) \leq 2n + 2\bar{p} - 1. \quad (10)$$

**Висновки.** У роботі розглянуто спеціальні послідовності простих чисел, їх властивості, введено операції на даних послідовностях. Запропоновано алгоритм для наближення довільного раціонального числа за допомогою елементів введених послідовностей простих чисел. Розглянуто множину невід'ємних раціональних чисел, які представляються у вигляді відношення двох елементів з розглянутих послідовностей. Доведено твердження для оцінок інтервалів розміщення найближчих до заданого цілого простих чисел.

#### Список використаних джерел

1. Крэндалл Р., Померанс К. Простые числа. Криптографические и вычислительные аспекты. – М.: Либроком, 2011. – 664 с.

\*

УДК 519.2:004.9

<sup>1</sup>Л.О. Кіриченко

Д.т.н., професор, професор

<sup>2</sup>І.Е. Зінькевич

Магістрант

<sup>1,2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

## АНАЛІЗ КЛАСИФІКАЦІЇ ФРАКТАЛЬНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ НА ОСНОВІ РЕКУРЕНТНИХ ДІАГРАМ

Порівняно новим методом дослідження складності часових рядів (ЧР) є побудова рекурентних діаграм (РД). РД, які засновані на поданні властивостей процесів у вигляді геометричних структур, є інструментом для виявлення прихованих залежностей у спостережуваних ЧР. РД є квадратною матрицею  $N \times N$ , що складається з нульових і ненульових елементів, де ненульовий елемент з координатами  $(i, j)$  відповідає випадку, коли відстань між значеннями ЧР  $x(t_i)$  та  $x(t_j)$ ,  $t = 1, N$ , в фазовому просторі менше заданого  $\varepsilon$ . Метод РД знайшов широке поширення для аналізу стохастичних ЧР різної природи [1], в тому числі ЧР, що мають фрактальні властивості [2]. Метою представленої роботи є проведення порівняльного аналізу класифікації фрактальних ЧР методами машинного навчання безпосередньо за значеннями ЧР та за значеннями побудованих РД

У роботі був використаний один з найбільш популярних методів вирішення задач класифікації – метод дерева прийняття рішень, в якому залежність значення цільової змінної від значень предикторів представляється у вигляді «дерева». Для побудови моделей класифікації було використано мову програмування Python з бібліотеками, що реалізують методи машинного навчання.

Вхідними даними в роботі служили ЧР, що мають фрактальні властивості, такі як реалізації енцефалограм, фінансових індексів, сейсмічних хвиль та ін. Кожен ЧР належав до одного з декількох класів. ЧР були розділені на дві частини, де перша використовувалася для навчання моделі, а друга - для оцінки її правдоподібності.

Аналіз результатів показав, що якість роботи методів класифікації істотно залежить від вибору параметрів побудови РД. При коректному виборі параметрів і попередній обробці даних, модель дерева рішень на основі РД має значно меншу похибку, ніж модель класифікації безпосередньо за ЧР.

### Список використаних джерел

1. Marwan N. A historical review of recurrence plots [Текст] / N. Marwan // The European Physical Journal Special Topics. – 2008. -№ 164.- P. 3-12.

2. Кириченко Л. Рекуррентный анализ самоподобных и мульти-фрактальных временных рядов [Текст] / Л. Кириченко, А. Барановский, Ю. Кобицкая // Information Content And Processing. -2016. -Vol. 3. - № 1. -С. 16-37.

УДК 004.032.26(063); 004.383.8.032.26(063)

**О.К. Колесницький**

К.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук

*Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця*

## **ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ АРХІТЕКТУРИ ТА ВАРІАНТИ АПАРАТНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ НЕЙРОКОМП'ЮТЕРІВ**

**Вступ.** Сьогодні на питання «Які засоби краще розв'язують важкоформалізовані і неформалізовані задачі?» відповідь очевидна – нейрокомп'ютери. Нейрокомп'ютер – це інформаційна система, основним процесорним ядром якої є штучна нейронна мережа (на відміну від мікропроцесора), а основним принципом функціонування є навчання на прикладах (на відміну від програмування) [1]. Більшість сучасних нейрокомп'ютерних засобів існують у вигляді програмних або програмно-апаратних реалізацій, але загальновідомим є той факт, що максимум переваг від застосування нейрокомп'ютерів можна отримати саме при їх апаратній реалізації [2,3]. На сьогодні, на жаль, не створено ефективної апаратної реалізації нейрокомп'ютера. Ефективною вважається така апаратна реалізація нейрокомп'ютера, яка містить максимально можливу кількість нейронів (в ідеалі – близьку до кількості нейронів у мозку людини:  $5 \times 10^{10}$ ) і при цьому займає мінімальний об'єм і споживає мінімум енергії.

**Спайкінгові нейромережі як операційне ядро нейрокомп'ютера.** В останні роки спостерігається впевнений перехід від традиційних нейронних мереж на основі бінарних та аналогових нейронів з потенційними сигналами до так званих спайкінгових нейромереж з імпульсними сигналами [4]. Спайкінгові нейромережі є більш подібними до своїх біологічних прототипів, а тому мають більші потенційні можливості в досягненні адекватного відтворення інтелектуальних функцій мозку. Найближчою стратегічною метою є розробка нейроморфних ядер (чипів апаратних нейромереж), які зацікавлені дослідники зможуть використовувати для перевірки своїх власних гіпотез і теорій щодо принципів роботи кори мозку і для побудови на їх основі різноманітних нейрокомп'ютерних засобів для практичних застосувань.

**Архітектура нейрокомп'ютера.** В доповіді розглянуто архітектуру нейрокомп'ютера і сформульовано принципи його побудови за аналогією з принципами Джона фон Неймана для побудови цифрових комп'ютерів: 1) принцип імпульсного кодування, 2) принцип асоціативності обробки, 3) принцип автономності та адаптивності навчання, 4) принцип розподіленості пам'яті, 5) принцип природності інтерфейсу, 6) принцип однорідності обробки і управління, 7) принцип підсилення цифровим комп'ютером.

**Оптоелектронна реалізація нейрокомп'ютера.** У доповіді запропонована оптоелектронної реалізація нейрокомп'ютера, виконана у гібридному вигляді, тобто поєднує оптичні двовимірні просторово-неперервні структури і електронні (НВІС) компоненти. Даний нейрокомп'ютер можна виготовити у вигляді «сандвіч-



структури». На сьогоднішній день є реальним виготовлення апаратних реалізацій нейрокомп'ютера з кількістю нейронів близько 3000. Причому це будуть модулі, які можна каскадувати за допомогою оптичних засобів і отримувати нейрокомп'ютери з більшою кількістю елементів.

**Висновки.** Всі сучасні проекти з апаратної реалізації нейрокомп'ютерів використовують технологію електронних надвеликих інтегральних схем (НВІС), яка є добре розвинутою і апробованою, а тому зручною. Деякі проекти використовують як елементну базу мікропроцесори, деякі – цифрові НВІС, деякі – аналогові НВІС. Було виділено 2 головних недоліки всіх проектів: 1) відсутність безпосередніх зв'язків між нейронами, оскільки технологічно неможливе створення великої кількості електричних ліній зв'язку в площині напівпровідникового кристалу; 2) навчання нейронних мереж відбувається за допомогою цифрових комп'ютерів та спеціального програмного забезпечення, а не за допомогою власних непрограмних механізмів і засобів, не пов'язаних з обчисленнями.

Запропонований в доповіді варіант апаратної реалізації оптоелектронного нейрокомп'ютера вільний від цих недоліків. Перший недолік усунуто завдяки використанню оптичних сигналів для організації зв'язків між нейронами, оскільки світлові промені не вимагають ізоляції між сигнальними шляхами, можуть проходити один через інший без взаємного впливу, можуть розташовуватись у трьох вимірах та працювати одночасно, забезпечуючи величезний темп передачі даних. Другий недолік виправлено завдяки організації навчання запропонованого нейрокомп'ютера за допомогою апаратних засобів без використання обчислювальних процедур, причому також існує здатність нейрокомп'ютера донавчатись і перенавчатись (адаптивність).

#### Список використаних джерел

1. Колесницький О. К. Принципи побудови архітектури спайкових нейрокомп'ютерів / О. К. Колесницький // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2014. – №4 (115), С.70-78.
2. Kolesnytskyj O. K. Optoelectronic Implementation of Pulsed Neurons and Neural Networks Using Bispin-Devices / O. K. Kolesnytskyj, I. V. Bokotsey, S. S. Yaremchuk // Optical Memory & Neural Networks (Information Optics). – 2010. – Vol.19. – №2. – P.154–165. – ISSN 1060-992X.
3. Колесницький О. К. Компактна оптоелектронна реалізація імпульсної нейронної мережі / О. К. Колесницький, І. В. Бокоцей // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2010. – №2. – С.54-62.
4. Бардаченко В. Ф. Перспективи застосування імпульсних нейронних мереж з таймерним представленням інформації для розпізнавання динамічних образів // В.Ф.Бардаченко, О.К.Колесницький, С.А.Василецький // УСiМ. – 2003, №6. - С. 73-82.

УДК 519.237:001.5

**А.Ю. Минц**

к.э.н., доцент, докторант ПГТУ.

*ГВУЗ Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь.*

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ**

**Введение.** Систематизация и классификация являются важнейшими компонентами научных исследований. Работы по систематизации знаний содействуют развитию науки и переходу её с эмпирического на системный уровень. Если в основу классификации положены естественные признаки, то она сама по себе может являться инструментом научного познания и служить для получения новых знаний и закономерностей.

В то же время, несмотря на бурное развитие теории и практики интеллектуальных вычислений, для задач анализа данных до сих пор используется классификация, предложенная еще в прошлом веке, в которой не определено место многих направлений современных исследований.

*Целью работы*, таким образом, является уточнение и актуализация классификации задач анализа данных.

В отечественной литературе термины «анализ данных» и «обработка данных» часто используются как синонимы, однако это не так и вызывает смешивание понятий. Под анализом следует подразумевать извлечение из «сырых» необработанных данных сведений, полезных для исследователя. К таким сведениям относятся скрытые в массиве данных зависимости между различными его подмножествами. Термину «обработка данных» сопоставим англоязычный термин «Data processing», который можно трактовать как преобразование данных, то есть действия, в результате которых из одного массива данных получается другой, с заданными свойствами. Целью этих действий является «улучшение» данных в рамках заданных критериев.

Наиболее общая классификация задач анализа данных в качестве классификационного признака выделяет цель решения задачи. В соответствии с ней эти задачи делятся на две большие группы: предсказательные и описательные [1]. В этих группах различные исследователи, с небольшими вариациями выделяют следующие классы задач:

*Предсказательные:* классификация, регрессия, анализ временных рядов, прогнозирование.

*Описательные:* кластеризация, автоматическое реферирование, поиск ассоциативных правил, выявление причинно-следственных связей.

Исследование существующих подходов к систематизации задач анализа данных, их сопоставление, выявление тенденций к появлению новых экономических задач позволило усовершенствовать их классификацию и привести её к виду, показанному на рис. 1.

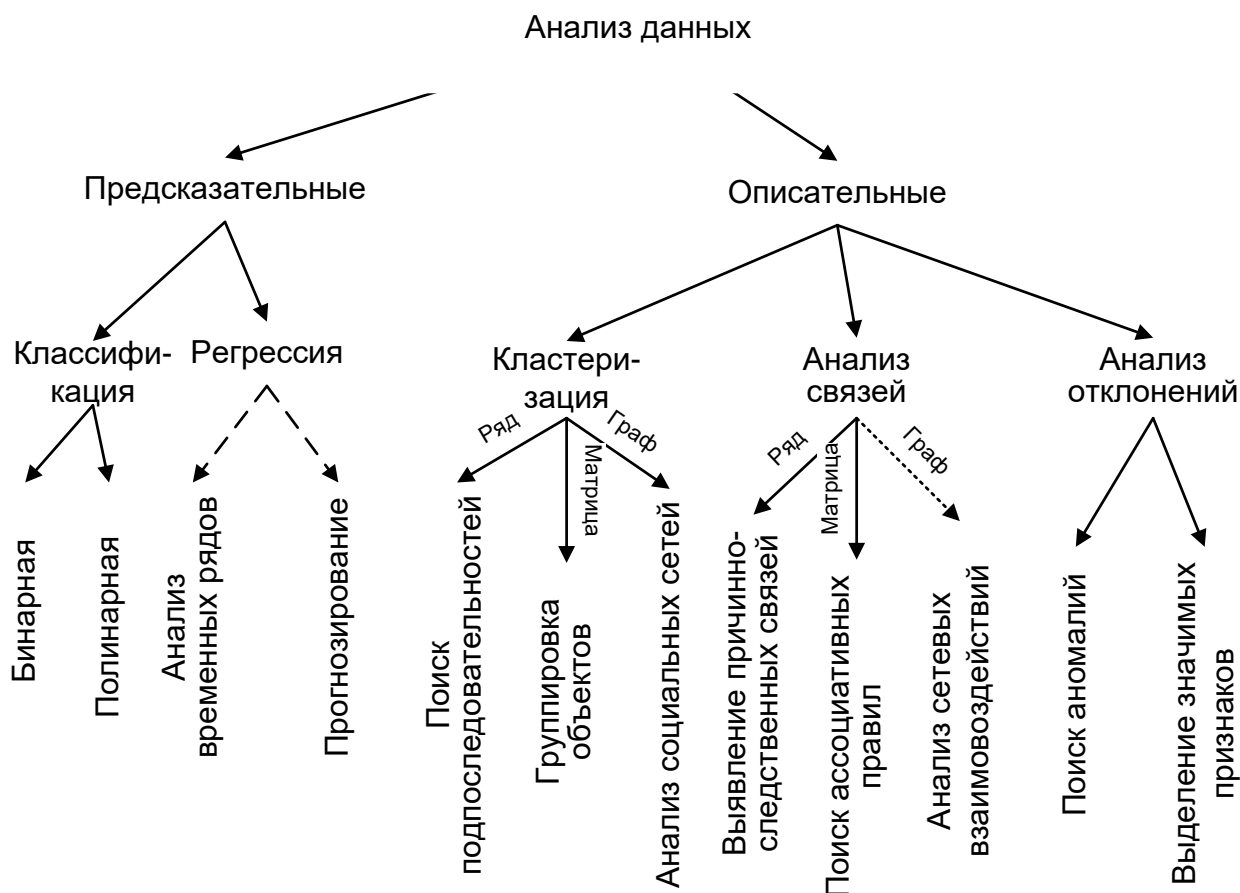


Рис. 1. Классификация задач анализа данных

На втором уровне классификации в рамках каждой группы выделены классы, объединяющие задачи со схожими таксономическими признаками. Классы задач делятся на виды. Важным критерием для этого является размерность представления входных данных, под которой здесь понимается количество соседей у каждого отдельного элемента данных. Для рядов таких соседей два – предыдущее и последующее значения. Для матриц – шесть. Для графов может быть любым.

**Выводы.** Предлагаемая классификация не только хорошо описывает современное состояние научно-практических разработок в сфере анализа данных, но и может служить для прогнозирования их развития. Так, в таксоне «Анализ связей» изначально отсутствовали задачи вида «Анализ сетевых взаимодействий». Они были добавлены после сопоставления с соседним таксоном. Можно сделать вывод, что такие задачи подразумевают поиск эпицентров сетевой активности, то есть узлов, оказывающих большое влияние на процессы, происходящие в сети, либо инициирующих такие процессы.

#### Список використаних джерел

1. Larose, D. T. Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining. Wiley & Sons, Inc, 2005. – 240 p.

УДК 519.852.3

<sup>1</sup> **О.С. Овчаренко**

Учень 10 класу

<sup>2</sup> **Ю.В. Триус**

Д.пед.н., к.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри

<sup>1</sup> *Фізико-математичний ліцей, м. Черкаси*

<sup>2</sup> *Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси*

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕВОЛЮЦІЙНИХ І ПОПУЛЯЦІЙНИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ

**Вступ.** Останнім часом увага багатьох дослідників у галузі оптимізації сконцентрована на застосуванні випадкових методів пошуку глобального екстремуму. Особливе місце серед цих методів оптимізації належить евристичним методам, заснованим на імітації природних процесів, що запозичені у живої природи і реалізують адаптивний випадковий пошук. Серед них виділяють еволюційні та поведінкові методи, які в теорії оптимізації часто називають мета евристичними ([1]). Найбільш відомими серед еволюційних методів оптимізації є генетичні алгоритми, що імітують еволюційний процес природнього відбору і генетичного наслідування серед особин популяції. У свою чергу поведінкові методи засновані на моделюванні колективної поведінки самоорганізованих популяційних систем. Серед поведінкових методів оптимізації найбільш відомими є ройові алгоритми ([2]).

**Метою даної роботи** є порівняльний аналіз еволюційних та поведінкових методів оптимізації, зокрема генетичних та ройових алгоритмів, шляхом розв'язування тестових задач, з'ясування, які з зазначених алгоритмів ефективніші та в яких ситуаціях їх краще застосовувати.

Для досягнення мети було виконати такі **завдання**:

- проаналізовано особливості генетичних алгоритмів;
- проаналізовано особливості ройових алгоритмів;
- здійснено програмну реалізацію канонічного ройового алгоритму;
- проведено чисельний експеримент з розв'язування тестових оптимізаційних задач, наведених у таблиці 1 (див., наприклад, [1]), за допомогою генетичного алгоритму, реалізованого у системі комп'ютерної математики Matlab, і авторської програми, що реалізує канонічний ройовий алгоритм.

Дослідження проводилось у межах науково-дослідної роботи по МАН.

Аналіз чисельного експерименту показав, що для унімодальних функцій  $f_1, f_2, f_3$  і для несепарабельної функції Розенброка  $f_4$  найкращі результати одержано за допомогою канонічного ройового алгоритму в порівнянні з генетичним алгоритмом, хоча вони й поступаються результатам, одержаним за допомогою симплексного методу Нелдера-Міда, що відноситься до методів нульового порядку, як і генетичний та ройовий алгоритм, а також є одним з найкращих методів у своєму класі та реалізований практично у всіх системах комп'ютерної математики. Для багатоекстремальної функції Алпайна  $f_5$  з гористою топографією ройовий алгоритм дав збіжність до локального розв'язку, який знаходиться значно

ближче до оптимальної точки у порівнянні з генетичним алгоритмом. Для багатоекстремальної функції Швевела  $f_6$  з гористою топографією ройовий алгоритм і генетичний алгоритм дали майже однакове наближення до оптимальної точки  $X^* \approx (420.9687, 420.9687, \dots, 420.9687)$ , що знаходиться поблизу кордонів простору пошуку.

Таблиця 1 – Тестові функції

Назва функції	Формула	Вимір пошуку	$f(x^*)$
Сферична	$f_1 = \sum_{i=1}^d (x_i)^2$	$[-20;20]^d$	0
Еліптична	$f_2 = \sum_{i=1}^d (10^6)^{\frac{i-1}{d-1}} x_i^2$	$[-20;20]^d$	0
Швевела 1.2	$f_3 = \sum_{i=1}^d (\sum_{j=1}^i x_j)^2$	$[-10;10]^d$	0
Розенброка	$f_4 = \sum_{i=1}^{d-1} (100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (1 - x_i)^2)$	$[-10;10]^d$	0
Алпайна	$f_5 = \sum_{i=1}^d  x_i \sin x_i + 0.1x_i $	$[-10;10]^d$	0
Швевела	$f_6 = (-\frac{1}{d}) \sum_{i=1}^d [x_i \sin(\sqrt{ x_i })] + 418.983$	$[-500;500]^d$	0

**Висновки.** Проведений чисельний експеримент показав, що генетичний і ройовий алгоритми є працездатними при оптимізації функцій зі складною топографією, але ройовий алгоритм дає дещо кращі результати у порівнянні з генетичним алгоритмом. Результати роботи можуть бути використані при розробці факультативу для учнів фізико-математичних ліцеїв з теорії і методів оптимізації. Також матеріали роботи можуть бути використанні у навчанні студентів математичних і комп'ютерних спеціальностей вищих навчальних закладів. Перспективою подальших досліджень є аналіз ефективності метаевристичних методів оптимізації на задачах великої розмірності, застосування їх при розв'язуванні реальних оптимізаційних задач з різних сфер діяльності людини, створення програмного продукту для розв'язування задач оптимізації за допомогою ройових алгоритмів та інших методів колективного інтелекту, а також створення гібридних алгоритмів. У доповіді будуть більш детально представлено результати проведеного чисельного експерименту.

#### Список використаних джерел

1. Гальченко В.Я., Якимов А.Н. Популяционные метаэвристические алгоритмы оптимизации роём частиц: Учебное пособие / В.Я. Гальченко, А.Н. Якимов. – Черкассы: ФЛП Третьяков А.Н., 2015. – 160 с.
2. Kennedy J, Eberhart R. Particle swarm optimization // Proceedings of IEEE International conference on Neural Networks. – 1995. – P. 1942-1948.

УДК 004.9

<sup>1</sup> Ю.А. Прокопчук

Д-р техн. наук, доцент, проф.

<sup>2</sup> А.С. Белецкий

К-т техн. наук, доцент, доцент

<sup>1</sup> Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, ИТМ НАН Украины и ГКА Украины, Днепр<sup>2</sup> Украинский государственный химико-технологический университет, Днепр

## МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ РАЗЛИЧЕНИЯ КОГНИТИВНОГО АГЕНТА

Базовыми актами мыслительного процесса являются *различения* (термин «различения» – «differance» ввел французский философ Жак Деррида). *Акт различения* — это системоквант «мыследействия» когнитивной системы, базовая функция наблюдателя. Человек постоянно «проживает» различия. Целевое множество объектов различения обозначим  $Z$ , а соответствующий акт различения назовем *Z-задачей различения*. Примеры: задачи диагностики, распознавания, прогнозирования, выбора управления, принятия решений [1].

**Описание модели.** Для решения той или иной когнитивной задачи (*Z-задачи*) формируется множество прецедентов с известными исходами  $\Omega = \{ \alpha(\{ \underline{t}/T \}, \underline{z}/Z) \}$ , где  $Z = \{1, \dots, N\}$  – множество заключений (различий, диагнозов, прогнозов, управлений);  $\{ \underline{t}/T \}$  – множество значений тестов. Банк прецедентов и банк тестов  $\{G(\tau)\}$  формируют контекст *Z-задачи различения*  $K = \langle \Omega(Z), \{G(\tau)\} \rangle$  и задачно-индукторное пространство.

Важно подчеркнуть, что каждый домен орграфа доменов *автоматически порождает Z-задачу различения* (первый инсайт) и, соответственно, запускает имплицитный механизм формирования инструментов решения *Z-задачи* (моделей знаний). Следовательно, автоматическое порождение новых доменов является важным имплицитным механизмом творчества (artificial creativity, creative thinking) и *продуктивного мышления* (под продуктивностью понимается принципиальная возможность создавать неограниченное множество новых процессов на основе единых алгоритмов).

Фактически  $\{G(\tau)\}$  иллюстрирует прямую связь банка тестов и пространства *Z-задач различения*, эксплицируя в явном виде принципы самоактуализации (self-actualization), когерентности и творческий принцип «переформулировок»: запуск в решение любой *Z-задачи* означает автоматический запуск в *решение* и *дозревание* всех более грубых *Z-задач* (основа *естественной логики*). В таком аспекте банк тестов является важной составляющей *генезиса феномена управление* [2].

«Тонкий срез» в рамках любой *Z-задачи различения* представляет собой совокупность инвариантов «внутренние коды» (ВК) -  $\{S^*\}_{Full}$ , на базе которых формируются базисы предельных моделей знаний  $\{\{S^*\}_{Min}\}_{Full}$  (базисы ПМЗ). Некоторые ВК описывают параметры порядка ситуаций действительности. Базис ПМЗ – это образ решения задачи, а любая ПМЗ  $\{S^*\}_{Min}$  – это набросок решения *Z-*

задачи. Их работа – процесс решения Z-задачи различения – это спонтанный процесс, протекающий, как правило, «бессознательно» (вне логического контроля). ВК могут выступать в качестве цели управления, обеспечивая единство решения задач различения и управления.

Ядром модели является концепт «стрела познания», описывающий ключевое умение выделять только существенную информацию в рамках Z-задачи различения, невзирая на объем базы прецедентов  $\Omega(\{\tau/T_0\}, Z)$ . Считается, что именно в фильтрации существенного – выделении «тонкого среза» – лежит ключ к пониманию принципов, по которым будет работать Ambient Intelligence.

Пусть  $\{V(\{\underline{a}/A\}, \underline{z}/Z)\}$  – закономерности в рамках контекста  $K = \langle \Omega, \{G(\tau)\} \rangle$ , позволяющие однозначно установить заключение  $\underline{z}/Z$ . «Стрелу познания» представим в виде схемы [2]

$$\{V\}_0 \rightarrow W_Z(\{V\}_0) \rightarrow \dots W_Z^k(\{V\}_0) \dots \rightarrow \{S^*\}_{Full} \rightarrow \{\{S^*\}_{Min}\}_{Full},$$

$$\{V\}_{Full} = \cup_{n=0,1,2,\dots} W^n(\{V\}_0), \quad \{V\}_0 = \Omega(\{\tau/T_0\}, Z), \quad E_Z \geq 0,$$

где  $W_Z$  – оператор категоризации,  $E_Z$  – энергия (параметр порядка). Схема имеет прямое отношение к понятию «интеллект», формируя основу имплицитной теории роста интеллектуальной (когнитивной) компетентности и одновременно *развитие механизма микро-интуиции* с течением времени (в рамках Z-задачи). При прочих равных условиях можно полагать, что в состоянии  $W_Z^k(\{V\}_0)$  «интеллект» выше, чем в состоянии  $W_Z^{(k-1)}(\{V\}_0)$ . Ари де Гиус считал: «Способность учиться быстрее своих конкурентов является единственным надежным источником превосходства над ними».

Каждый шаг  $W_{t,Z}^k(\{V\}_0)$ , где  $k=0,1,2,\dots,n$ , скачком меняет систему различения и управления в рамках Z-задачи, обуславливая аутопоезис и немонотонность вывода. Самооптимизирующаяся структура управления (self-optimizing control structure) вместе с продуктивностью являются ключевым механизмом *генезиса феномена управление*.

**Выводы.** Схема категоризации «стрела познания» описывает глубинную трансформацию неявного знания как процесс использования опыта в практической деятельности. Индивидуальный набор операторов категоризации  $\{W_Z\}$  реализует природный, воплощенный, имплицитный механизм стремления к новым знаниям и представления этих знаний в компактной (инвариантной) форме.

#### Список использованных источников

1. Прокопчук Ю.А. Парадигма предельных обобщений: модели когнитивных архитектур и процессов. - Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 204 с.
2. Прокопчук Ю. А. Интеграция, конвергенция, творчество – ключевые характеристики информационных технологий нового поколения / Ю. А. Прокопчук // Интеграція економічних та інформаційних процесів: сучасний стан і перспективи розвитку: колективна монографія. / за заг. ред. Савчук Л. М. – Дніпропетровськ : Герда, 2015. – С. 352-365.

УДК 681.5.015:007

**Г.Б. Ракитянська**

К. т. н., доцент, доцент кафедри програмного забезпечення

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

## **ОПТИМІЗАЦІЯ КЛАСИФІКАЦІЙНИХ НЕЧІТКИХ БАЗ ЗНАТЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛІПШУВАЛЬНИХ ПІДСТАНОВОК**

**Постановка проблеми.** Оптимізація класифікаційної нечіткої бази знань передбачає: пошук мінімуму похибки виведення при обмеженні на складність моделі (кількість термів входів, класів виходу, правил); пошук мінімуму правил (класів) при заданому рівні точності. Задача оптимізації нечіткої бази знань може розглядатись як задача кластеризації, тобто розбиття простору вхідних змінних на таку кількість класів, яка забезпечує необхідні або екстремальні рівні точності виведення і кількості правил. Розглядається *min-max* кластеризація, тобто розбиття за допомогою інтервальних правил (гіпербоксів). Загальною проблемою методів *min-max* кластеризації є вибір кількості класів виходу та мінімізація кількості термів входів без втрати точності виведення.

**Ціль та задачі дослідження.** Метою роботи є розробка методу оптимізації класифікаційних нечітких баз знань за критеріями «точність виведення – складність» з використанням поліпшувальних підстановок.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні задачі:

- розробка логіко-алгоритмічних моделей процесу налаштування;
- розробка генетичного алгоритму оптимізації нечіткої бази знань.

Суть методу у виборі кількості класів виходу, термів входів і правил відповідно із формалізованими процедурами надійнісного аналізу та синтезу алгоритмічних процесів [1]. Експертна база знань потребує поступових перетворень до варіанта, який забезпечує необхідні рівні точності виведення та кількості правил. Формалізація таких перетворень досягається використанням поліпшувальних підстановок. Поліпшувальні підстановки відповідають додаванню (видаленню) класів виходу, термів входів та правил з метою підвищити точність або понизити складність. Поліпшувальні підстановки дозволяють формалізувати процес генерування варіантів нечітких баз знань з одночасним встановленням керувальних змінних, які впливають на точність виведення і складність моделі. В якості поліпшувальних підстановок пропонується: перехід до сполученої моделі для вибору кількості класів виходу і правил; перехід до реляційної моделі для вибору кількості термів входів.

Задача *min-max* кластеризації розв'язується шляхом генерування інтервальних розв'язків задачі оберненого логічного виведення [2]. Генерування інтервальних правил здійснюється в результаті розв'язання трендової системи нечітких логічних рівнянь для поточних класів виходу. Трендова матриця відношень зв'язує причини і наслідки. Отримані розв'язки представляють сполучені нечіткі правила, які зв'язують міри значимості причин і наслідків за допомогою лінгвістичних квантифікаторів. Кількість правил у класі визначається кількістю розв'язків. Керувальними змінними є:  $N$  і  $M$  – кількість причин і



наслідків у трендовій матриці відношень  $\mathbf{R}$ ;  $m$  – кількість класів виходу сполученої моделі.

Лінгвістична інтерпретація розв'язків передбачає перехід від інтервальних правил шляхом вибору сполучених термів входів. В цьому випадку задача *min-max* кластеризації розв'язується шляхом реляційного розбиття простору вхідних змінних [3]. Кількість і розташування гіпербоксів визначається матрицею відношень «терми входів – класи виходу». Багатовимірну нечітку матрицю розбиття представлено у вигляді проекцій «вхід – вихід». Розміри гіпербоксів визначаються в результаті налаштування трикутних функцій належності. Керувальними змінними є:  $q$  і  $m$  – кількість сполучених термів входів і класів виходу у нечіткій матриці розбиття  $\mathbf{P}$ .

#### **Задачі оптимізації баз знань на основі нечітких правил і відношень.**

Будемо оцінювати якість нечіткої моделі на основі середньоквадратичної похибки  $E$ , а складність – на основі кількості правил  $Z$ .

Задача вибору кількості класів виходу і правил формулюється так.

*Пряма постановка.* Знайти кількість причин  $N$ , наслідків  $M$ , матрицю відношень  $\mathbf{R}$  та кількість класів виходу  $m$ , для яких  $Z(N, M, \mathbf{R}, m) \rightarrow \min$  і  $E(N, M, \mathbf{R}, m) \leq \bar{E}$ , де  $\bar{E}$  – максимально допустима похибка виведення.

*Двоїста постановка.* Знайти кількість причин  $N$ , наслідків  $M$ , матрицю відношень  $\mathbf{R}$  та кількість класів виходу  $m$ , для яких  $E(N, M, \mathbf{R}, m) \rightarrow \min$  і  $Z(N, M, \mathbf{R}, m) \leq \bar{Z}$ , де  $\bar{Z}$  – максимально допустима кількість правил.

Задача вибору кількості класів виходу і термів входів формулюється так.

*Пряма постановка.* Знайти кількість термів входів  $q$ , класів виходу  $m$  та нечітку матрицю розбиття  $\mathbf{P}$ , для яких  $Z(q, m, \mathbf{P}) \rightarrow \min$  і  $E(q, m, \mathbf{P}) \leq \bar{E}$ .

*Двоїста постановка.* Знайти кількість термів входів  $q$ , класів виходу  $m$  та нечітку матрицю розбиття  $\mathbf{P}$ , для яких  $E(q, m, \mathbf{P}) \rightarrow \min$  і  $Z(q, m, \mathbf{P}) \leq \bar{Z}$ .

**Висновки.** На відміну від відомих методів *min-max* кластеризації, які використовують евристичні процедури вибору кількості правил (класів), генерування нечітких баз знань зведено до задачі дискретної оптимізації показників алгоритмічної надійності. Отримано спосіб спрощення процесу налаштування за рахунок послідовного використання поліпшувальних підстановок у вигляді реляційних і сполучених моделей.

Запропонований підхід ілюструється на реальному прикладі оцінки витрат енергетичної компанії по обслуговуванню електромереж міста.

#### **Список використаних джерел**

1. Ротштейн А.П. Проектирование бездефектных человеко-машинных технологий [Текст] / А.П. Ротштейн, П.Д. Кузнецов. – К.: Техніка, 1992. – 180 с.
2. Rotshtein A.P. Fuzzy evidence in identification, forecasting and diagnosis [Text] / A.P. Rotshtein, H.B. Rakytyanska. – Heidelberg: Springer, 2012. – 314 p.
3. Yager R. Essentials of fuzzy modeling and control [Text] / R. Yager, D. Filev. – New York: John Wiley & Sons, 1994. – 408 p.

УДК 004.89

**В.Ю. Славгородский**

аспирант

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина*

## **ОБ ПРОБЛЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

Искусственный интеллект (ИИ) – это комплекс математических методов, информационных технологий и программных продуктов, призванных решать вопросы моделирования, распознавания образов, автоматизации и т.д. В работе вопрос моделирования искусственного интеллекта будет рассмотрен с двух сторон – биологической и психической.

В ходе последних исследований в области нейробиологии выяснилось, что мозг обладает модульной структурой. Это означает, что за определенные аспекты мозговой активности отвечает вполне конкретная часть мозга. Это подвергают исследования, проведенные на людях с частичным повреждением мозга. В ходе которых выяснилось, что человек не теряет полностью свои мозговые способности, а лишь те, за которые отвечала поврежденная область мозга.

Для нас это несет 3 принципиальных вывода. Первый – это и есть модульная структура мозга, модули которого не взаимозависимы, но взаимосвязаны между собой. Следующие два вывода опираются на первый. Второй вывод – это отсутствие взаимозависимости. Модули не зависят друг от друга, про что говорится в исследованиях. А значит, такой модуль должен быть самодостаточным для выполнения своей функции. И третий вывод – взаимосвязь. Модули не взаимозависимы, однако между ними происходит некое «общение», обмен результатами своей работы. Это «общение» может происходить как децентрализованное (все со всеми), так и централизованно (через некоторый отдел/модуль мозга, отвечающий именно за обмен информацией между участками мозга). Оба варианта равносильны, так как если некоторый модуль «А» не имеет никакого общения с модулем «С» - он его не имеет ни по центр/децентрализованному типу. Эта топология нужна лишь для обмена информацией. Хотя, если предполагать централизованный тип общения, это означает, что поражение этого модуля превратит человека в состояние «овоща», так как никакой отдел мозга не будет получать информацию, и перейдет в состояние анабиоза.

Далее перейдем к психической стороне вопроса. Без сомнения, наша психическая составляющая – основа нашей реакции на окружающую среду, нашего восприятия, мышления и т.д. Естественно все наши психические процессы – это результат биологических процессов. Однако, их стоит различать.

К вопросу об психологической составляющей моделирования базисно нас интересуют только два аспекта – личность и память.

Что такое личность? С одной стороны, это набор типовых реакций/решений на некоторую ситуацию. Причем, если проводить аналогию с историческими личностями, то важна каждая мелочь. Не только «что» человек говорит, а и «как»

человек это говорит. К этому моменту «как» мы относим не только невербальные аспекты (тон, жестикация и т.д.), а и то как человек формулирует ту или иную мысль/идею.

Память. Хотя ее мы отнесли к психологической части, вопрос об ее природе следует рассматривать в контексте и психологической и биологической. Вопросы, поднимаемые памятью как биологическим средством хранения информации, так и предметом нашего моделирования непростые. Какова структура памяти? Как она организована, как именно хранится та или иная информация. Как мы получаем доступ к каким-то воспоминаниям, почему они могут сами возникать. Вопрос моделирования памяти крайне важен, так как он затрагивает структурность хранения и передачи информации – той, которую используют все модули нашего мозга

Частичный ответ может дать философия, с реляционной динамичной концепцией времени. Она постулирует, что время – это порядок следования событий(реляционная), и что нет прошлого и будущего, есть следы и предпосылки(динамическая). А вопрос об утрате некоторых воспоминаний замещается реконструкцией ее.

Исходя из вышеприведенного анализа, мы можем предложить следующий вариант создания ИИ. Структура ИИ полностью модульная, и отвечает конкретно за определенный аспект некоторой деятельности (в т.ч. отдел) интеллекта человека. Модули между собой «общаются» посредством другого отдела, либо абстрактной связи между друг другом. Протекание психических процессов неоднородно, что в теории совпадает с обработкой входных данных (несмотря на статичность алгоритмов). Однако для этой обработки данных нужно ввести «момент настоящего», по аналогии с философией/психологией. Это крайне необходимо, так как обрабатывая информацию, собрать в одну кучу некоторый набор данных, для обработки его как ситуации, а не потока данных. «Момент настоящего» делится на две составляющие – первый связан с обработкой данных, да бы получать не поток данных малого объема, а некоторую единицу данных, которая даст более плодотворный анализ. Вторая составляющая является «удержанным настоящим», то есть данными, которые перешли в новую итерацию со старой.

УДК 001.18

**О.В. Сосницький**

Канд. техн. наук, професор, доцент

*Бердянський державний педагогічний університет, м. Бердянськ*

## ПРОБЛЕМА НАУКОВОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ЛЮДИНИ: НОМО SAPIENCE НЕ ІСНУЄ

**Вступ.** У даній роботі досліджується універсалізація поняття сучасної людини відповідно існуючій науковій класифікації цього виду. Показано, що визначення homo sapience не цілком відповідає властивостям сучасної людини й поділяється на два різні поняття з більш адекватними найменуваннями homo dogmaticus і homo universalis і принципово різними властивостями залежно від змісту знань. У роботі зазначені основні властивості цих видів, які мають фундаментальне значення у всіх областях людської діяльності, у першу чергу для виховання й освіти особистості, а також для синтезу інтелектуальних систем нових поколінь.

**Інтелект** є головною властивістю людини, як і будь-якої живої істоти. Однак повноцінної наукової теорії інтелекту дотепер немає і відсутні його визначення і основні властивості [1-2]. Тому, формально кажучи, усі дослідження й розробки в цій області й навіть використання терміна «інтелект» у науковому змісті залишаються нелегітимними згідно з вихідними правилами, виробленими самою наукою. Це твердження відноситься до всякого наукового пізнання й до науки в цілому, як продуктам винятково інтелектуальної діяльності. Таким чином, інтелект і його формалізація сьогодні є найважливішою загальнонауковою й загальнолюдською проблемою [3], замість якого вимушено застосовуються різноманітні наближені поняття.

**Головною причиною цієї проблеми**, як вказано в [3-4], є недостатній рівень узагальнення (абстрагування) сучасних вихідних наукових положень (аксіом, догм), що не дозволяють вивести єдине адекватне наукове поняття інтелекту. Перехід до єдиної універсальної аксіоми (всесвітньої догми, Гармона) вирішує цю проблему і в [3-5] послідовно розроблені мета-концепція й методологічні основи універсалізації (рис. 2), що дозволили створити внутрішньо (сама із собою) і зовні (із всесвітом) несуперечливу універсальну систему понять – універсальну теорію (універсальну модель), яка зняла перешкоди по об'єднанню понять і дозволила вивести універсальний концептуальний формалізм інтелекту, що включає його поняття, визначення і властивості [3, 5]. Її застосування радикально змінили уявлення і властивості людини як найвищої відомої розумної істоти.

Дослідження вказали, що інтелект є природнім наслідком будови всесвіту, який послідовно долає основні внутрішні розподіли всесвіту за допомогою віртуалізації, яка перевищує звичайні штатні можливості всесвіту [5]. Віртуалізація виконується в спеціальному явищі-віртуалізаторі, роль якого відіграє мозок живої істоти, що копіює навколишнє середовище (рис. 1).

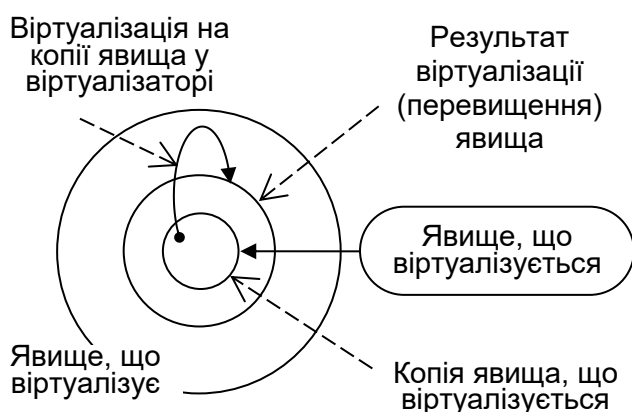


Рис. 1. Схема віртуалізації явища

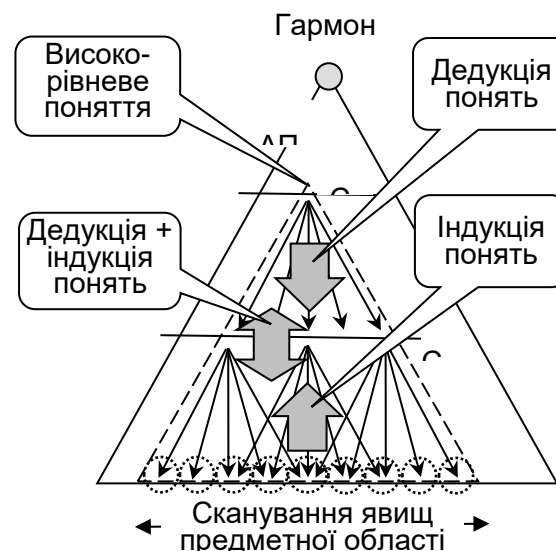


Рис. 2. Схема дії індукції й дедукції

В інтелектуальному віртуалізаторі безупинно відбуваються три спільні основні віртуалізації всесвітніх розподілів:

- абстрактна віртуалізація – виявляє й копіює у віртуалізатор поняття середовища;
- часова віртуалізація – з'єднує середовище в єдине ціле на деякому інтервалі часу від минулого через поточне сьогодні в майбутнє;
- гармонійна віртуалізація – перебирає можливі стани гармонізації й вибирає найкращий з них.

Абстрактна віртуалізація припускає дві основні логічні дії – індукція й дедукція, виконувани на копії середовища у віртуалізаторі (рис. 2). Індукція узагальнює середовище й виводить більш високі абстрактні поняття згідно із механізмами узагальнення (рис. 2а, dog-методологія). Дедукція комбінує виявлені поняття й виводить із вищих більш низькі похідні поняття (рис. 2б, god-методологія). Ці дії відбуваються спільно по всьому просторі понять середовища в обох напрямках (рис. 2в, god/dog-методологія) і послідовно нарощують погоджену між собою й із середовищем систему суб'єктивних понять – квазіуниверсум, що наближається до абсолютної системи понять середовища і дозволяє погодити (гармонізувати) з нею живу істоту [5].

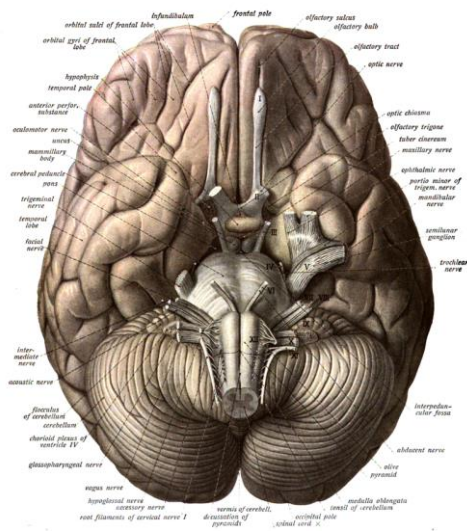
У результаті мозок живих істот має дві симетричні спеціалізовані частини – півкулі (рис. 3), що здійснюють безперервну спільну індукцію й дедукцію інформації, відповідно, у яких утворюються два зустрічні взаємодіючі потоки обробки знань (рис. 4):

- Інформація – факти – індукція – індуковані суб'єктивні поняття;
- Дедукція – дедуктивні суб'єктивні поняття – співставлення дедуктивних і індуктивних понять із фактами – дізнання.

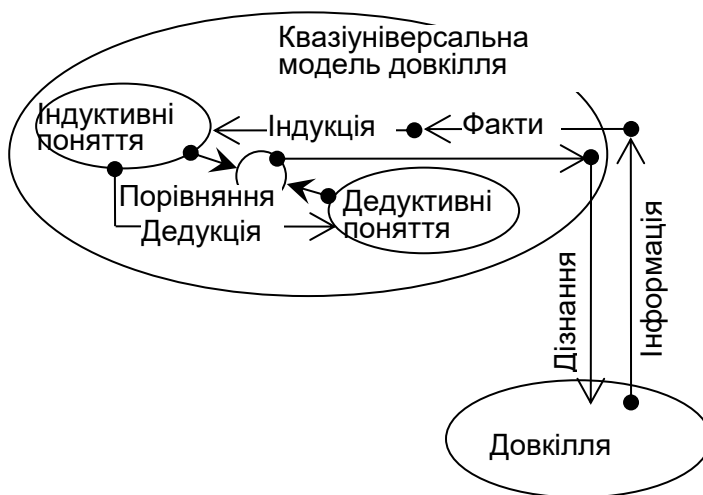
Співставлення зустрічних потоків 1) закріплює знання у випадку збігу потоків або 2) стають джерелом дізнання у випадку розбіжності. Факти є суб'єктивна копія вихідної інформації середовища, релевантна цілям живої істоти. Вони

узагальнюються індукцією в систему штучних суб'єктивних індуктивних понять до приблизного досягнення якихось проміжних понять (квазіаксіом). Зворотна дедукція із квазіаксіом до реального рівня середовища породжує похідну систему суб'єктивних дедуктивних понять, яка звичайно перевищує попередню індуктивну систему, розбіжність між якими й з фактами є джерелом додаткового пізнання (дизнання) середовища до стану повного збігу.

До абсолютної додаються часова й гармонійна віртуалізації, що формують мінімальний цикл мислення. Насправді понадзакон гармонії породжує безліч вторинних механізмів пізнання, розгляд яких виходить за межі даної теми. У результаті у свідомості живої істоти формується відносно стійкий квазіуніверсум знань, що дозволяє нівелювати руйнуючі впливи навколишнього середовища. Внаслідок каузального виникнення і неповного пізнання він є скоріше ілюзією середовища, яке завжди може змінитися під впливом нових знань і не гарантує надійного існування суб'єкта.



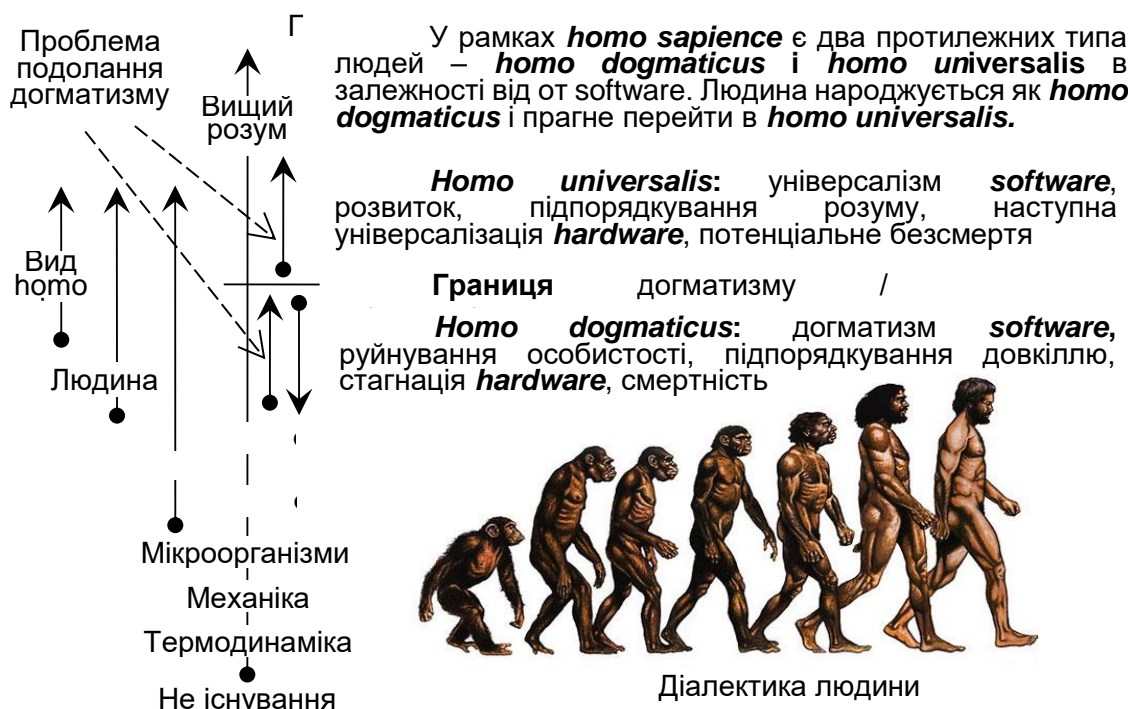
**Рис. 3. Симетрична дихотомія мозку і його відділів**



**Рис. 4. Схема методу співставлення зустрічних потоків знань і виникнення квазіуніверсальної моделі**

Матеріалізація цієї схеми у всіх погоджених (гармонізованих) з нею місцях породжує життя. Такі місця називаються екологічними нішами існування, які послідовно заповнюються життям за принципом «від простого до складного» і утворюють відому класифікацію спадкування як по вертикалі (ранги таксономії), так і по горизонталі (класи рангів, на нижньому рівні – біологічні види) живого світу.

Подальші дослідження вказали на принципову неповноцінність сучасної людини для вирішення високорівневих універсальних задач, яка є перехідним видом і ділиться на два взаємно протилежні по концептуальному змісту види, назовемо їх *homo dogmaticus* (людина догматична) і *homo universalis* (людина універсальна), що мають однакову генетичну матеріалізацію (hardware), але різні концептуальні бази й парадигми пізнання (software), не наслідовані генетикою (рис. 5).



**Рис. 5. Універсальна класифікація явищ і діалектика людини**

Якщо *homo dogmaticus* регулярно створює проблеми існування в міру власного розвитку, які послідовно вирішуються виникненням і подоланням відповідних криз, то *homo universalis* принципово здатний еволюційно вирішувати їх застосуванням універсальної парадигми мислення.

**Висновки.** Універсализація поняття людини відкриває важливі властивостей, які не можуть бути отримані іншим способом. Результати роботи мають широке застосування у всіх областях, у першу чергу в науці, вихованні та освіті людини, в штучному інтелекті і створенні мислячих машин нових поколінь. Перехід від часткових догматичних знань до універсальних уявлень й універсального мислення відкриває нові шляхи вирішення виникаючих проблем, оскільки такий є наш всесвіт.

#### Список використаних джерел

1. McCarthy J. What is Artificial Intelligence? <http://www-ormail.stanford.edu/jmc/whatisai/whatisai.html>.
2. Searle J. Minds, brains, and programs // Behavioral and brain sciences. – 1980. – Т. 3, № 3. – р. 417-424.
3. Sosnitsky A. Artificial Intelligence and unresolved scientific problems // Information Theories and Applications. – 2011. – vol. 18, №1. – р. 82-92.
4. Сосницький А.В. Універсальна модель як радикальна реформа сучасної науки // Математические машины и системы. – 2014. – №2. – С. 161-177.
5. Sosnitsky A.V. Beginnings of the Universe Model and Deduction of Initial System of Information Concepts // Information Theories & Applications. – vol. 19, № 1, 2012. – р. 56-85.

УДК 004.896

**О.О. Супрун**

аспірант

*Інститут проблем математичних машин та систем НАН України, Київ*

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ СТАТИЧНИХ ШТРАФІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ**

Генетичний алгоритм використовується для розв'язання задач оптимізації та моделювання шляхом послідовного підбору, комбінації і варіації шуканих параметрів [1]. Це метод прямого пошуку, тому він не потребує виконання цільовою функцією багатьох умов, наприклад, не важлива її неперервність чи диференційованість.

Один з недоліків класичних генетичних алгоритмів полягає у відсутності механізму врахування обмежень оптимізаційної задачі [2].

Запропонований метод статичних штрафів передбачає формування для кожного обмеження сімейства інтервалів, які визначають відповідні коефіцієнти штрафів. Метод працює за наступною схемою:

- для кожного обмеження визначається кілька рівнів ( $l$ ) його порушення;
- для кожного рівня порушення кожного обмеження визначається коефіцієнт штрафу  $R_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,l, j=1,2,\dots,m$ ); більші значення коефіцієнтів відповідають більшим рівням порушення обмежень;
- стартова популяція задається випадковим чином (можуть бути присутніми допустимі та недопустимі розв'язки);
- придатність розв'язків визначається за формулою:

$$fitness(\bar{x}) = f(\bar{x}) + \sum_{j=1}^m R_{ij} f_j^2(\bar{x}),$$

де  $f_j(\bar{x})$  – штраф за порушення  $j$ -го обмеження.

Метод статичних штрафів потребує багато параметрів, що залежать від конкретної задачі, наприклад, коефіцієнти штрафу чи рівні порушення обмежень. Проте, експерименти засвідчили, що саме це дає змогу користувачу краще налаштувати алгоритм для кожної окремої задачі, та, витративши більше часу на її попередній аналіз, отримати кращі результати за короткий проміжок часу, що буде показано в доповіді.

Також, на відміну від методу динамічних штрафів, метод статистичних штрафів дозволяє врахувати кожне обмеження окремо, тобто оцінити важливість тієї чи іншої умови, що, згідно з проведеним аналізом, дозволяє отримати точніші результати.

### **Список використаних джерел**

1. Holland J. H. Adaptation in natural and artificial systems / J. H. Holland // Ann Arbor. MI: University of Michigan Press. – 1975.
2. Deb K. Multi-objective Optimization using Evolutionary Algorithms / Deb K. // Chichester. UK: Wiley. – 2001.



УДК 001.12

<sup>1</sup>**А.А. Тимченко,**

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій управління

<sup>2</sup>**В.Є. Снитюк**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інтелектуальних та інформаційних систем

<sup>1</sup>*Черкаський державний технологічний університет*

<sup>2</sup>*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

В пам'ять академіка О.Г. Івахненка

## ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В КРАЇНІ МАЯТНИКІВ

Доповідь побудована на основі системного аналізу основних робіт вчених, які працювали в галузі наук про комп'ютерну техніку, кібернетику, інформатику та їх використання в період 50-х-90-х років минулого тисячоліття та початку 2000-х.

**Вступ.** *Коротка історична довідка.* Країною маятників акад. О.Г. Івахненко називав світ законів Ньютона з великим рівнем детермінізму, а про використання ЕОМ на початку 60-х-70-х років стверджував, що «машина потрібна тільки лінивим». Зрозуміло, що це образи, але достатньо конструктивні [1]. Сьогоднішній день підтверджує ці образні висловлювання Академіка. Нам здається, що це не Аліса в країні чудес, а навпаки, і навіть «не Гулівер в країні ліліпутів».

**Системний аналіз процесів комп'ютеризації.** *Розподіл функцій між людиною та ЕОМ.* Надії на збільшення розумових здібностей людини не підтвердилась [2], але використання ЕОМ в значній кількості систем практичного призначення підтверджує її ефективність як засобів для реалізації нових інформаційних технологій [3-7].

Проблема розподілу функцій між людиною (або колективом людей) ставилась і розглядалась при спробах широкого використання ЕОМ (та їх мереж) у 80-х роках в Радянському Союзі.

На базі розгляду впровадження ЕОМ як засобів автоматизації виробничих процесів виділено 5 основних ситуацій: від повної відсутності – до масового широкого використання. «Золота середина» визначає компромісну ситуацію, коли узгоджуються компроміс між затратами та вигодами (принаймні з економічної точки зору).

*Комп'ютерна техніка і математичне кодування* в світі маятників почалося давно і активно продовжується. Моделі (структури), методи (алгоритми), розвинуті програмні середовища орієнтовані в основному на програміста і процес їх використання зводиться «до вікна», куди треба надати свої запити. Практично цього вимагають закони маятників. Тут відчувається «пізнання невідомого» (по О.Г. Івахненку «Відкриття нових законів»). У свою чергу С. Бір стверджував, що «Природа не боїться математичних труднощів».

*Концепція 4-х «І».* Як будуть розвиватися події в майбутньому? Інтелектуалізація є однією із основних складових концепцій – це слідування етапам розвитку природного інтелекту і, як обмеження цього процесу виступає індивідуалізація. Інформатизація та інтеграція визначають конструктивну основу засобів ЕОМ.

**Основні висновки.** Як підсумок. Ситуація взаємодії штучного та природного інтелектів нагадує те, що відбувалось і реалізувалось в СРСР – протиріччя між комунізмом і світлим майбутнім. Діалектика процесів інтелектуального розвитку як природного, так і штучного є дуальною. Вона має атрибути як загального, так і конкретного; як спільного, так і відмінного. Як ніхто не сумнівається у привабливості світлого майбутнього, так і ніхто не відкидає необхідності інтелектуального розвитку особистості. Але так як і при комунізмі сподівання індивідуума на максимально комфортне життя при мінімальних затратах праці суперечить загальній логіці суспільного розвитку, так і надія на заміщення природного інтелекту штучним як на рівні свідомості, так і на фізичному рівні несе в собі супутні загрози.

Інформаційна динаміка та динаміка технологій скорочує час на прийняття стратегічних рішень і від цього такі рішення набувають все більшої ваги. Дискусії про загрозливість штучного інтелекту із створенням систем, які мають інтелектуальні характеристики, набувають вигляду експоненційно спадного тренду. І, можливо, тоді, коли буде створено повноцінний штучний інтелект, людству залишиться лише адаптуватись до нього. Відповідні процеси нагадуватимуть звикання до використання електролампочок, літаків та мобільних телефонів. Не виключено лише, що таке використання природного і штучного інтелекту буде двостороннім. Маятники змінять свою форму, а чи зміниться їх зміст?

#### Список використаних джерел

- 1.Ивахненко А.Г. Самообучающиеся системы с положительными обратными связями / А.Г. Ивахненко. – К.: Из-во АН УССР, 1963. – 327 с.
- 2.Эшби У. Росс Схема усилителя мыслительных способностей / Эшби У. Росс // Сб. «Автоматы». – М.: Из-во ИЛ, 1956. – С. 281-305.
- 3.Бир С. Кибернетика и управление производством / С. Бир. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 1963. – 415 с.
- 4.Глушков В.М. Основы безбумажной информатики / В.М. Глушков. – М.: Наука, 1982. – 552 с.
- 5.Моисеев Н.Н. Человек, среда, общество / Н.Н. Моисеев. – М.: Наука, 1982. – С. 239 с.
- 6.Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии / Г.С. Поспелов. – М.: Наука, 1988. – 280 с.
- 7.Бенерджи Р. Теория решения задач. Подход к созданию искусственного интеллекта / Р. Бенерджи. – М.: МИР, 1972. – 224 с.
- 8.Скурихин В.И. О формулировании концепций. Концепция «четырёх И» / В.И. Скурихин // УСиМ. – 1989. – № 2. – С. 7–12.

УДК 004.891.3: 51-76: 616.12-07: 621.6.021

**В.С. Якимчук**

к.т.н., старший викладач КБМК

**О.К. Носовець**

к.т.н., старший викладач КБМК

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», факультет біомедичної інженерії, м. Київ*

## **ПОБУДОВА КЛАСИФІКАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ВИЗНАЧЕННЯ ПАТОЛОГІЧНИХ СТАНІВ ЗА РІЗНИМИ ОЗНАКАМИ**

**Вступ.** Однією з найактуальніших проблем сьогодення є розробка та створення швидкісних діагностичних систем для своєчасного виявлення патологічних станів організму людини. Використання таких систем в медичних закладах дозволяє на ранніх етапах розвитку захворювання встановлювати діагноз та призначати необхідне вчасне лікування. Прикладами таких систем є метод фазаграфії [1] та метод визначення складових повітря, що видихається [2] та багато інших.

Сучасна наука багатогранно описує методи відбору діагностичних ознак для побудови класифікаційних моделей. Вірний відбір сукупності ознак, що використовуються для моделювання класифікаційних моделей, є актуальним, оскільки підвищує якість розпізнавання та робить діагностичну систему більш доступною. Даний процес включає в себе такі етапи як конструювання вихідного простору ознак та селекцію ознак, яка зводиться до мінімізації сформованого простору. Крім того, перед дослідниками постає проблема побудови стійких класифікаційних моделей [3], що призначені для реалізації у вигляді інформаційних систем, та їх застосування у медичних закладах різного профілю, в більшості випадків обумовлена мультиколінеарністю результатів спостережень. Таким чином, визначення актуального методу для відбору продуктивних ознак та побудова класифікаційних моделей на їх основі є важливим процесом.

**Матеріали та методи.** Розглянуто та використано побудовану інформаційну технологію дослідження стану серцево-судинної системи (ССС) людини за складом повітря, що видихається [3]. Проаналізовано патологію роботи серця, а саме ішемічну хворобу серця (ІХС).

Всі обстежені випадковим чином були розділені на дві групи – навчальну та контрольну. Навчальна група включала в себе 80% спостережень та була використана для побудови діагностичних моделей. Контрольна вибірка відповідно містила 20% спостережень та застосовувалась для оцінки стійкості моделі та можливості її застосування при створенні реальної інформаційної системи. Кожна модель оцінювалась за показниками чутливості, специфічності та загального відсотку правильно передбачених значень.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для відбору значимих ознак використані стандартні статистичні методи (кореляційний аналіз та методи

порівняння груп). В результаті відібрано 6 показників, на основі яких знайдено коефіцієнти класифікаційної моделі методом бінарної логістичної регресії.

Дослідження показали, що незважаючи на високу точність отриманої моделі на навчальній вибірці, показники чутливості та специфічності на контрольній вибірці були занадто низькими. Це викликано мультиколінеарністю обраних показників. Таким чином, даний підхід є невиправданим з точки зору отримання стійкості класифікаційної моделі для діагностичних систем.

Аналіз одержаних результатів показав, що враховуючи відбір ознак за допомогою покрокових процедур вдалося підвищити показники точності на контрольній вибірці на 39,8%. Однак оцінка відібраних показників з клінічної точки зору показав, що в модель не був включений такий показник як стать, що за різними літературними даними є одним з найважливіших з прогностичної точки зору.

Наступним підходом до вирішення поставленої мети було застосування методу групового урахування аргументів. Метод заснований на рекурсивному селективному відборі моделей, на основі яких будуються складніші моделі. Точність моделювання на кожному наступному кроці рекурсії збільшується за рахунок ускладнення моделі. Шляхом оцінки показників точності на контрольній вибірці одержуємо оптимальну модель. Такий підхід дозволяє не тільки вирішити питання відбору ознак, а й забезпечити стійкість моделі на даних, що не приймали участь у моделюванні.

**Висновки.** Проведена порівняльна характеристика ефективності підходів до відбору інформативних ознак та створення класифікаційних моделей визначення патологічних станів організму людини. Метод групового урахування аргументів є найбільш виправданим для застосування при розробці діагностичних систем, оскільки дає найліпші результати на контрольній вибірці. Застосування цього методу дозволило отримати загальну чутливість моделі на контрольній вибірці 91,7, специфічність 98,7 та загальний відсоток правильно передбачених значень 85,7.

#### Список використаних джерел

1. Fainzilberg L.S. Generalized Method of Processing Cyclic Signals of Complex Form in Multidimension Space of Parameters / L.S. Fainzilberg // J. of Automation and Inform. Sci. – 2015. – 47. – Issue 3. – P. 24–39.
2. Якимчук В. С. Концепція методу функціональної діагностики для оцінки стану серцево–судинної системи / В. С. Якимчук // Системи обробки інформації. – 2012. – №8 (106). – С. 162–165.
3. Настенко Е.А. Исследование возрастных и гендерных особенностей артериального давления / Е.А. Настенко, Е.К. Носовец // Восточно–европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 1/2 (61). – С. 51–54.

**Evolutionary  
computation,  
cooperative algorithms,  
DNA computing,  
intelligent immune  
systems**

**Fuzzy logic inference,  
fuzzy logic systems and  
fuzzy neural networks**

**Knowledge  
representation and knowledge  
management**

**Data mining**

**Knowledge based systems**

**Classification systems and  
pattern recognition**

**Hybrid  
intelligent technologies**

**Intelligent agents and  
multi-agent systems**

**Machine learning  
and self-learning**

**Neural nets and growing  
nets**

**Metaheuristics**

**Fractals, wavelets**

# 2

## **Theoretical aspects of intelligent computing**

## **Section 2**

### **Theoretical aspects of intelligent computing**

1. Cooperative algorithms.
2. Classification systems and pattern recognition.
3. Data mining.
4. DNA computing.
5. Evolutionary computation, distributed evolutionary algorithms, genetic expression programming.
6. Expert systems.
7. Fractals.
8. Fuzzy logic inference, fuzzy logic systems and fuzzy neural networks.
9. Hybrid intelligent technologies.
10. Intelligent agents and multi-agent systems.
11. Intelligent immune systems.
12. Knowledge representation and knowledge management.
13. Knowledge based systems.
14. Machine learning and self-learning.
15. Metaheuristics.
16. Neural nets and growing nets.
17. Wavelets.

UDC 004.832.23

**Alexander Kolchin**

PhD, senior researcher

*V.M. Glushkov Institute of cybernetics NAS of Ukraine, Kiev*

## ABOUT EFFICIENCY PROBLEMS OF REACHABILITY PROVING USING MODEL CHECKING APPROACH

**Introduction.** Modern software systems are more intricate and complex than perhaps any other human construct. At the same time automation of their verification process is an actual problem. As a rule the task is reduced to reachability proving, which is in turn faced with problems of decidability, level of expressive power of specification language, construction of adequate abstractions and many others. However, the most essential one is a problem of efficiency [1]. Even a small model with binary attributes and finite number of processes may produce prohibitive (with respect to time and/or memory available) amount of states to be explored. This is due to so-called “combinatorial explosion” effect, which is a fundamental obstacle on the way of formal methods integration into industrial software development.

**State-space reduction methods** were actively developed during past few decades [1]: symbolic computations and predicate abstraction for large (or even infinite) number of concrete values handling (for instance, so called CEGAR – ‘Counter-Example Guided Abstraction Refinement’ – is a basis for many popular verification tools), partial order methods for redundant interleaving elimination, symmetry methods for state equivalence relaxing in multicomponent systems, slicing techniques may reduce initial model by removing of irrelevant (with respect to verified property) program statements. Real breakthroughs were made by using Binary Decision Diagrams [2] and SAT/SMT solvers [3]. Evolution of SMT algorithms allowed to significantly increase performance of so-called Bounded Model Checking (BMC) approach [4].

Unfortunately, there is still no acceptable universal approach for software industry: BDD is very susceptible to attributes ordering (in worst case a number of nodes may increase exponentially), BMC – to non-trivial loops, moreover, it has the disadvantage of not being able to prove unreachability in most realistic cases. Abstractions are hard to automate, may lead to false results, require refinements, and thus, repetitive runs; criteria for the refinement process completion are heuristic-based or require manually-constructed conditions. Static methods of dependency identification may exaggerate real data relations, which results in the decrease of abstractions efficiency [5].

**Example.** The purpose of this work is to identify, extract and analyze remaining sources of combinatorial growth. One of them described below is an abstract fragment derived from different real industrial projects. Initial models were simplified with all main state-space reduction methods; nevertheless, verification complexity remained exponential. Pic. 1 shows the program fragment in C. Variables  $p_1, \dots, p_N$  are not initialized and used as a source of non-determinism. The task is to check reachability of an ERROR label (which is actually unreachable).

<pre> int p1, ..., pN, k1=0, ..., kN=0, s=0; if(p1 == 1) k1 = 1;... if(pN == 1) kN = 1; L: if(s==0 &amp;&amp; k1==1){s=s+1; goto L;}... if(s==N-1 &amp;&amp; kN==1){s=s+1; goto L;} if((s==N &amp;&amp; (k1==0   ... kN==0))    (s&lt;N &amp;&amp; (k1==1 &amp;&amp;... kN==1)) )goto ERROR; </pre>	<pre> i=1: (k1=0, k2=?, k3=?, ..., s=0) i=2: (k1=1, k2=0, k3=?, ..., s=1) ... i=N: (k1=1, k2=1, ..., kN=0, s=N-1)       (k1=1, k2=1, ..., kN=1, s=N) </pre>
---	---

Pic.1. Example of a program

Pic.2. Set of reachable states

**Experiments.** For the experiments different tools were used (versions current as of Feb-2017): BDD-based SMV and NuSMV; VCEGAR and BLAST implementing CEGAR, SMT-based approach is presented by CBMC and Boogie; SPIN representing explicit model checking; and also Symbolic PathFinder (SPF) and PEX which are based on symbolic execution. Java program for SPF was simplified – ‘goto L’ statements were removed. Table 1 describes the results.

Table 1 – Experiments results

Size (value of N)	NuSM V	CBMC	BLAS T	SMV	VCEGA R	SPIN	PEX	SPF
	memory, MB			number of states (paths)				
9	9	70	104	55.740	14.691	6.646	512	1023
10	18	136	205	165.308	23.155	13.302	1023	2047
11	41	278	513	494.122	39.284	26.586	2043	4095

It is significant to note some peculiarities of SMT-based verification tools: Boogie supposes that the label may be reachable (because of loops), and CBMC was launched with option `unwind=2` (it falls into endless loop otherwise).

**Conclusion.** Remarkably, manual analysis of the example is not so complicated for an engineer – human can quickly recognize independency of model attributes and therefore will not multiply instances. Let’s consider a set of reachable states shown in pic.2: value ‘?’ means that read-access to the attribute can be avoided, and hence, its value is not significant. Really, when value of some  $k_i$  is considered to be 0, then values of all remaining attributes  $k_{i+1} \dots k_N$  can be ignored during search, as they have no influence on reachability of the ERROR label. This knowledge reduces analysis of the example exponentially [5]. Automation of recognition of context data independency within model components is a promising approach for improving of reachability checking.

### References

1. Jhala R., Majumdar R. Software model checking // ACM Computing Surveys. –Vol. 41. –2009. – 54 P.
2. Clarke E., Grumberg J., Peled D. Model Checking // MIT Press. –2000. – 324 P.
3. Bjorner N., Moura L. Applications of SMT solvers to Program Verification // Rough notes for SSFT 2014. –2014. –P. 32.
4. Beyer D., Dangl M. SMT-based Software Model Checking: An Experimental Comparison of Four Algorithms // VSTTE 2016: Verified Software. Theories, Tools, and Experiments. –2016. –P. 181–198.
5. Kolchin A. An automatic method for the dynamic construction of abstractions of states of a formal model // Cybernetics and system analysis. -N.4. -2010. –P.583–601.



УДК 004.896 (075.8)

<sup>1</sup> **Н.Г. Аксак**

К.т.н, доцент, профессор

<sup>2</sup> **Е.В. Соколец**

<sup>1,2</sup> *Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков*

## МОДЕЛЬ КООПЕРАЦИИ АГЕНТОВ СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ВЕБ-СИСТЕМЫ

**Введение.** Для моделирования широкого разнообразия информационных систем все большую популярность приобретает агентно-ориентированный подход. Автономность и социальное поведение интеллектуальных агентов эффективно используется в самой открытой на сегодняшний день системе – Интернет. Эти свойства также применяются для борьбы со сложностью при проектировании и реализации сложных систем. В интерактивных системах агенты способны принимать и выполнять команды, а также интеллектуально взаимодействовать с пользователем.

Поэтому возникает потребность в совершенствовании и создании новых моделей построения сложных распределенных систем. Особенно это касается систем, включающих в себя большое количество потребителей и множество производителей услуг (например, сервис-ориентированные системы, системы веб-персонализации и т.п.).

**Целью** работы является разработка модели кооперации интеллектуальных агентов для агентно-ориентированных систем, предоставляющих бизнес-услуги. Для этого необходимо организовать взаимодействие между агентами, которые совместно стремятся достигнуть цели при одновременном разделении функций и ролей.

**Кооперация агентов.** Мультиагентная система представляется тройкой

$$MAS = \{A, E, R\},$$

где  $A = \{A_{user}, A_{expert}, A_{data}\}$  – множество агентов, функционирующих в среде, представляющей собой программную платформу для выполнения агентов и предоставляющая функциональность для создания/уничтожения агентов, для применения интеллектуальных методов для обеспечения сервисов и для приема/передачи сообщений;  $E$  – множество состояний среды;  $R$  – Web-портал предоставляющий бизнес услуги, построенный на основе организационной модели для взаимодействия агентов.

Каждый агент описывается следующим набором

$$A_i = \{A_i^a, E_i^c, Feaa, A_i^s, Fase, Fasa\},$$

где  $A_i^a$  – множество действий агентов:  $i_{user}$ : «Агент пользователя»  $A_{user}$  собирает информацию о пользователе веб-ресурса и возвращает результат (например, при обработке изображения новообразований кожи: предварительный диагноз – невус);  $i_{expert}$ : «Агент эксперта»  $A_{expert}$  обращается за предоставлением

услуг (анализ медицинских изображений, удаленный мониторинг состояния здоровья человека и т.п.);  $i=data$ : «Агент обработки данных»  $A_{data}$  передает/принимает информацию для накопления и анализа информации;

$E_i^e$  – множество состояний внешней среды;

$F_{eaa} : A_i^a \times E_i^e \rightarrow 2^{A_i^a}$  – функции поведения внешней среды;

$A_i^s$  – множество внутренних состояний агентов (передает, получает или ожидает сообщения);

$F_{asa} : A_i^s \times E_i^e \rightarrow A_i^s$  – функции обновления состояния агента;

$F_{asaa} : A_i^s \rightarrow E_i^e$  – функции принятия решений для осуществления действий агентом по текущему внутреннему состоянию:

– отображение  $\Pi : P \rightarrow \Lambda$  позволяет для каждого пользователя веб-ресурса получить такое  $\lambda_j \in \Lambda$  ( $j = \overline{1, \Omega}$ ), которое является решением задачи адаптации веб-ресурса, ( $P$  – множество информационных портретов Интернет-пользователей,  $\Lambda$  – множество интерфейсов веб-ресурса,  $\Omega$  – количество кластеров);

– отображающая функция  $\Phi : C \rightarrow S$  для конечного множества доступных данных о пользователе формирует  $S_n \in S$  ( $n = \overline{1, N}$ ), которое является решением задачи автоматического порождения гипотез о причинах наличия или отсутствия определенных свойств Интернет-пользователя ( $C$  – множество доступных данных о пользователе,  $S$  – гипотезы, являющиеся причиной наличия целевого свойства,  $N$  – количество целевых свойств);

– отображение  $\Gamma : G \rightarrow \mathfrak{R}$  позволяет для любого Интернет-пользователя получить такое  $\pi_i \in \mathfrak{R}$  ( $\pi_i$  – стационарная вероятность распределения процессов  $X = \{X_t, t \geq 0\}$ ,  $X_t$  – страница, которую пользователь посетил во время  $t$ , ( $t > 0$ )), которое является решением задачи анализа поведения пользователя ( $G$  – граф веб-серфинга пользователя) и т.п.

Планировать действия агент может следующим образом

$$AP = \{A_i^a, P_i^{ap}, I_i^{ap}, \rho_{ap}, \iota_{ap,0}\},$$

где  $P_i^{ap}$  – множество восприятий агентом состояний внешней среды;  $I_i^{ap}$  – подмножество внутренних состояний агента, являющееся частью множества внутренних состояний агента  $I = I_i^{ap} \times I'$ ;  $\rho_{ap} \subseteq P_i^{ap} \times I_i^{ap} \times I_i^{ap} \times A_i^a$  – отношение переходов, определяющее по восприятию  $p_i^{ap}$  текущего восприятия внешней среды и текущему внутреннему состоянию плана  $\iota_i^{ap}$ ;  $\iota_{ap,0} \in I_i^{ap}$  – начальное состояние агента.

Таким образом, результатом планирования будет множество цепочек переходов агентов из начального состояния в конечное, реализующее поставленную цель.

УДК 004.94:575(075.8)

<sup>1</sup> С.В. Бєсєдіна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій

<sup>2</sup> І.О. Маленко

магістрант 1-го року навчання

<sup>1,2</sup> Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси

## ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНОТИПУ І ФЕНОТИПУ НАЩАДКІВ

**Вступ.** Генетика допомогла людству розгадати важливі для його життєдіяльності проблеми і лишається по сьогодні дуже актуальною [1, 2 с.10-23]. Адже, людина що з'являється на світ має різноманітні генні ознаки отримані від батьків. Основа всього розвитку індивідууму дається конституцією обох гамет, в результаті злиття яких виникає організм, що називають генотипом. А вже під впливом зовнішніх факторів генотип переходить в фенотип – певний набір зовнішніх ознак, доступних безпосередньому спостереженню або аналізу ознак [1]. На основі досягнень генетики сьогодні сформувалися методи запобігання спадковим патологіям і їх подолання, управління властивостями організму, та навіть вибір батьками ознак їхньої майбутньої дитини.

Тому, спадковість є одним з найважчих для розуміння розділів генетики, особливо при вивченні його студентами не медичного чи біологічного напрямку. У випадку використання вартісних та іноземних програмних продуктів (наприклад, DoctorFox, Genetic Heredity Calculator і т. ін.) ефективність вивчення знижується із зростанням їх вартості та відсутністю україномовного інтерфейсу. Тому постає задача розробки універсальної системи для визначення генотипу і фенотипу з поданням інформації, яка буде розраховувати схрещення в процесі рішення та створювати решітку Пеннета, без якої важко уявити вирішення будь-якої генетичної задачі середнього рівня. І ця система буде доступною та корисною, як для пересічного користувача, так й для студентів, що вивчають курс генетики.

Новизна роботи полягає у тому, що розроблена система дозволяє прогнозувати характеристики потомства, переданого батьками відомого генетичного складу. В основі математичної моделі було використано три закони Менделя [3]:

1. Закон домінування, або одноманітності гібридів першого покоління: при схрещуванні гомозигот домінантної і рецесивної у першому поколінні все потомство має ознаки домінантного батька. Розщеплення за фенотипом 1: 1. Цей закон дає пояснення, що відбувається з алелями (один з можливих станів гена або одна з його варіацій), які складають ген в процесі формування статевих клітин.

2. Закон розщеплення, відповідно до якого при схрещуванні гібридів першого покоління, гетерозиготних за кожним алелем, що визначається, відбувається розщеплення за фенотипом  $(3 : 1)^n$  та за генотипом  $(1 : 2 : 1)^n$ .

3. Правило незалежного успадкування ознак (закон чистоти гамет), де в кожній парі алелей, один з них, швидше за все буде домінантним, а інший

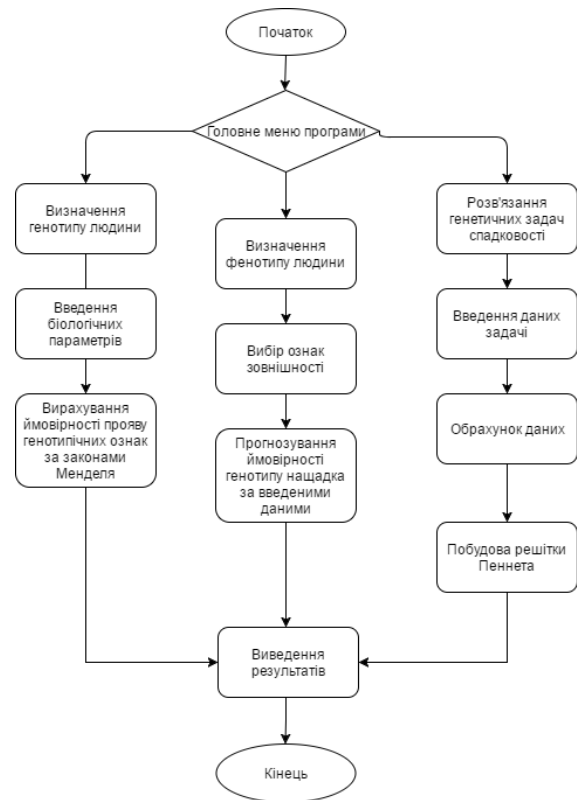
рецесивний.

Основою розробки програми є модель, яка базується на законах Менделя, для розв'язання генетичних задач із побудовою решітки Пеннета [2 с.32]. Можлива кількість генотипів і фенотипів в нащадків залежить від кількості пар аналізуючих ознак. Блок-схема роботи розробленої системи подано на рис. 1. Сама програма є наочною, відображає формули, на основі яких відбувається заповнення матриці, що полегшує розуміння роботи алгоритму, при використанні програми з навчальною метою, та дозволяє за допомогою однієї програми вирішувати задачі за всіма трьома законами. Система містить не тільки базу даних, а й базу знань, що дає програмі постійне оновлення даних та інформаційне доповнення. Програма є багато задачною і вирішує задачі на моно-, ди- та полігібридне схрещування.

**Висновки.** Інформаційна система прогнозування генотипу і фенотипу нащадків є унікальною в своїй області розробкою. Вона може показати всі можливі комбінації гамет і розрахувати ймовірність по фенотипу і генотипу для цих схрещень, а також дає можливість генерувати генетичні схрещування з необмеженою кількістю генів в батьківських генотипах. Достовірність результатів можна гарантувати використанням у розрахунках основних генетичних законів. Зручний виклад інформації в вигляді зображень та за потреба у вигляді решітки Пеннета.

#### Список використаних джерел

1. Камшилов М. М. Фенотип и генотип в эволюции (второе издание статьи, впервые изданной в 1972 году) / М. М. Камшилов // Русский орнитологический журнал. – 2008. – Т. 416, № 17.
2. Помогайбо В.М. Генетика людини : навчальний посібник для студентів ВНЗ / В.М. Помогайбо, А.В. Петрушов. – Київ «Академія», 2014. – 325 с.
3. Bailey, Regina (5 November 2015). "Mendel's Law of Segregation". about education. About.com. Retrieved 2 February 2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.revolvvy.com/topic/Mendelian%20inheritance&item\\_type=topic](https://www.revolvvy.com/topic/Mendelian%20inheritance&item_type=topic).



**Рисунок 1 – Блок-схема діяльності системи прогнозування генотипу та фенотипу нащадків**

УДК 510.635:004.891 (045)

**А.І. Вавіленкова**

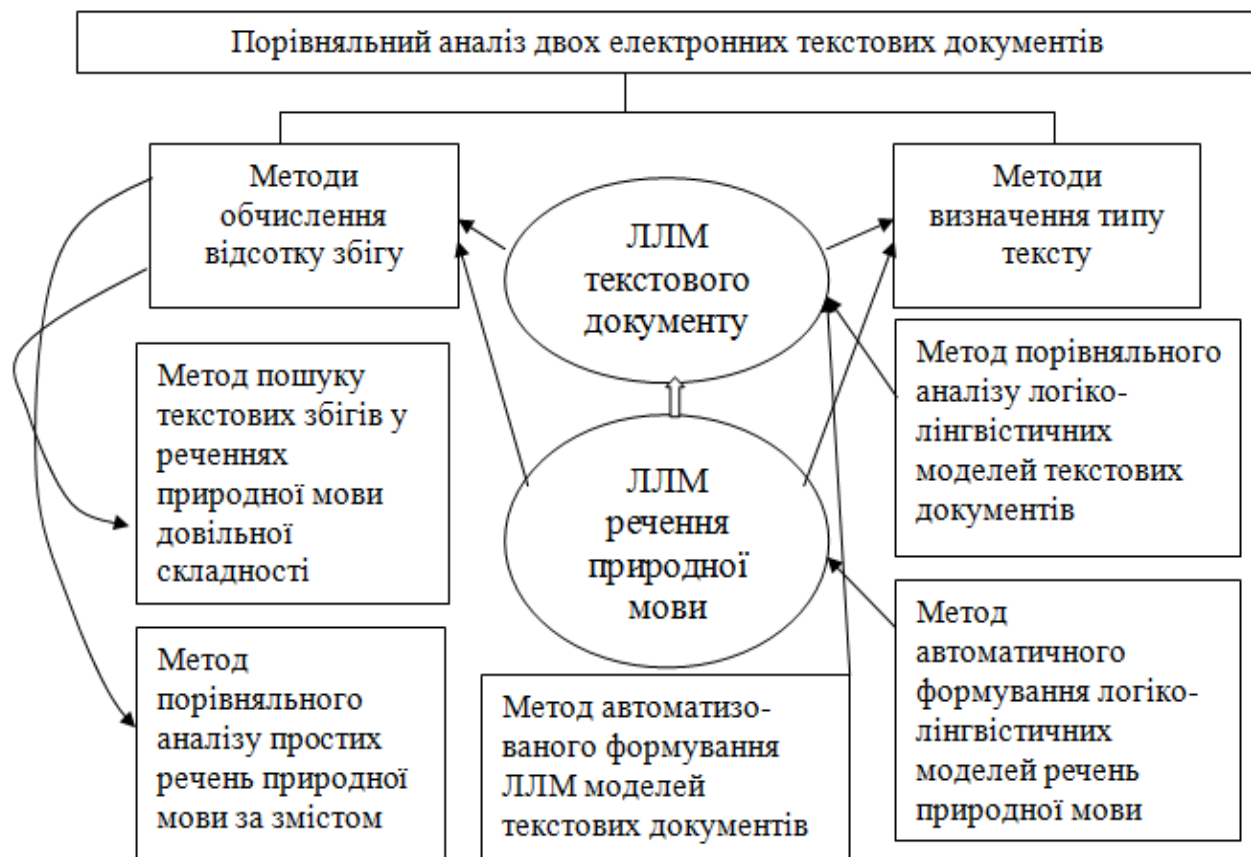
К.т.н., доцент, доцент кафедри КСУ ННІКІТ

Національний авіаційний університет, Київ

## МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ СИСТЕМИ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОННИХ ТЕКСТОВИХ ДОКУМЕНТІВ

**Вступ.** Сьогодні для виявлення плагіату електронних текстових документів, організації якісного інформаційного пошуку та збереження авторських прав створено багато різноманітних програмних продуктів [1–3, с.1]. Аналіз результатів роботи найпопулярніших з них дозволив зробити висновки про те, що їх математичний апарат для порівняння текстової інформації не використовує механізми вилучення знань [4, с. 73]. Це говорить про неможливість здійснення змістовного порівняльного аналізу.

**Опис основного матеріалу.** Одним із підходів до вилучення знань з електронних текстових документів є побудова їх логіко-лінгвістичних моделей [5, с. 170]. Принципи формування логіко-лінгвістичних моделей (ЛЛМ) речень природної мови, критерії їх аналізу та синтезу дозволили розробити структуру математичного забезпечення системи порівняльного аналізу електронних текстових документів (рис. 1).



**Рис. 1. Математичне забезпечення системи порівняльного аналізу електронних текстових документів**

Таким чином, в основі математичного апарату запропонованої системи порівняльного аналізу електронних текстових документів за змістом лежить логіка предикатів, а математичне забезпечення містить:

- метод автоматизованого формування логіко-лінгвістичних моделей речень природної мови;
- метод автоматизованого формування логіко-лінгвістичних моделей електронних текстових документів;
- метод порівняльного аналізу простих речень природної мови;
- метод порівняння речень природної мови довільної складності;
- метод порівняльного аналізу логіко-лінгвістичних моделей текстових документів.

**Висновки.** Для підвищення релевантності пошуку, можливості пошуку логічних збігів та протиріч, вилучення знань з електронних текстових документів необхідно застосовувати якісно новий математичний апарат, що базуватиметься не лише на використанні статистичних закономірностей, але й на методах лінгвістичного аналізу. Запропонована автором система порівняльного аналізу електронних текстових документів об'єднує в собі теоретичні аспекти побудови інформаційних технологій та основи комп'ютерної лінгвістики.

#### Список використаних джерел

1. StrikePlagiarism [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://strikeplagiarism.com>.
2. Проверка уникальности текста Advego Plagiatus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://advego.ru/>.
3. Text.ru [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://text.ru/about>.
4. Evans V. Lexical concepts, cognitive models and meaning-construction [Text] / V. Evans // Journal of Cognitive semiotics. – 2006. – P. 73 –107.
5. Вавіленкова А. І. Побудова змістовної моделі тексту на основі використання логіко-лінгвістичних моделей [Текст] / А. І. Вавіленкова // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – (Серія «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»). – 2015. – № 826. – С. 169 – 175.

УДК 004.432+004.9

<sup>1</sup>**В.Г. Василенко**

Аспірант

<sup>2</sup>**В.В. Ширій**

Аспірант

<sup>3</sup>**І.В. Баклан**

Доцент, канд.техн.наук, доцент кафедри АСОІУ

<sup>1,2,3</sup>*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

## **ОСОБЛИВОСТІ НОВОЇ ПАРАДИГМИ ПРОГРАМУВАННЯ – ЙМОВІРНІСНОГО ПРОГРАМУВАННЯ**

**Вступ.** На сьогоднішній день стає поширеним застосування ймовірнісних моделей, які використовуються для створення сучасного штучного інтелекту, у прикладній статистиці чи в когнітивній науці. Це пояснюється тим, що вони пов'язані з роботою над ймовірностями та їх ймовірнісними висновками [1]. Однак, ймовірнісні моделі мають тенденцію до збільшення їхньої складності. Тому потрібно створювати нові інструменти для забезпечення нового комплексного підходу до ймовірнісного представлення моделей. І саме ймовірнісні мови програмування це забезпечують. Мови дозволяють створювати засоби для опису складних ймовірнісних розподілів та реалізують виконання ефективного ймовірнісного висновку для довільної комп'ютерної програми.

Ймовірнісні мови програмування, в їх прості формі, розширюють добре відомі детерміновані мови програмування з примітивними конструкціями для випадкового вибору (random choice) [2]. Проте з часом, відбулося створення нових інструментів для ймовірнісного виводу та зародження нових складніших ймовірнісних моделюючих програм. Наявність великої кількості ймовірнісних мов програмування змусило прийти до думки, що існує певна парадигма програмування, так зване, ймовірнісне програмування.

**Основна частина.** На Рис.1 зображено «Систематику парадигм програмування», яка дає змогу виділити всі основні програмні парадигми [3]. Оскільки, програмна парадигма являє собою підхід до програмування на основі математичної теорії або послідовного набору принципів. Кожна з парадигм підтримує ряд понять, яка робить її кращою для вирішення певного виду проблем. Наприклад, об'єктно-орієнтоване програмування (ООП) є найкращим для вирішення проблем з великою кількістю пов'язаних з абстракцією даних, що організовані в ієрархії, а логічне програмування – для перетворення або управління над складними символічними структурами відповідно до логічних правил.

В порівнянні з Рисунком, що наведений в [3], ми виділили ймовірнісне програмування як новітню парадигму програмування. Цю парадигму програмування можливо розділити на п'ять інших парадигм, які розширюють основне ймовірнісне програмування.

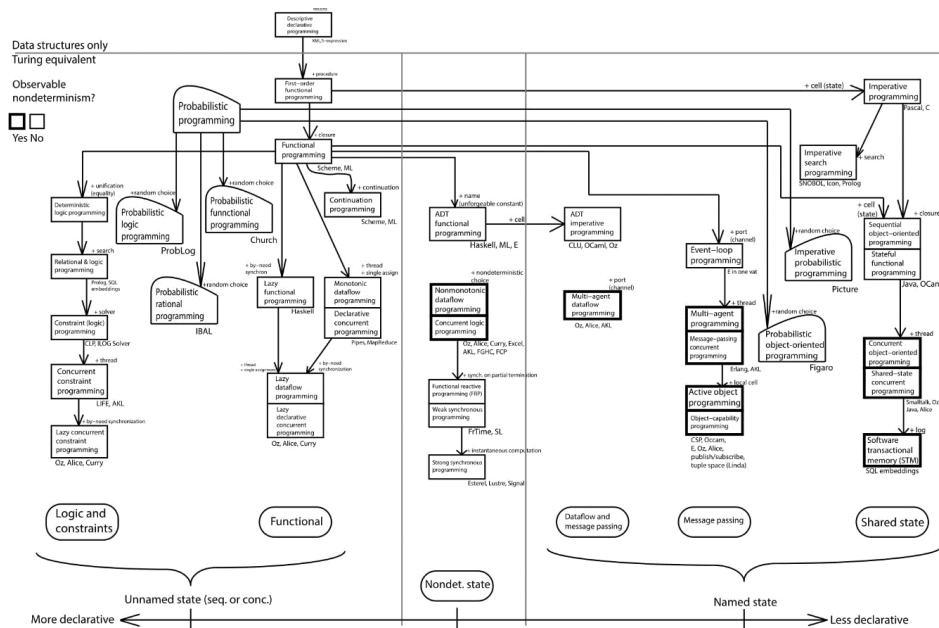


Рис. 1 – Класифікація парадигм програмування

В ймовірнісних мовах програмування, наприклад в ProbLog, PRISM, ICL, використовується семантика розподілу для нескінченного набору випадкових змінних та загальний клас розподілів [4]. Однак, існує інші дві популярні семантики, засновані на основі ряду незалежних випадкових змінних (кінцева множина булевих випадкових змінних), що перетворюються в ймовірнісні факти (probabilistic facts), та незалежних ймовірнісних виборах (probabilistic choices). Ймовірнісні факти досить виразні, щоб представляти широкий спектр моделей, в тому числі байесових мереж, марковських мереж та прихованих марковських моделей. Проте, для простоти моделювання, часто буває зручніше використовувати багатозначні випадкові величини замість двійкових одиниць.

**Основні результати та висновки.** Звісно, з плином часу та впровадженням ймовірнісного програмування, потрібно буде розвивати та розширювати область поширення даної парадигми програмування. Автори планують реалізувати самостійну ймовірнісну мову – ProPL, модель інтерпретатора якого буде реалізована в сучасній версії ANSI Common Lisp [4].

#### Список використаних джерел

1. Баклан І.В. Сучасні засоби ймовірнісного програмування / І.В.Баклан, В.Г.Василенко, В.В.Ширій // Матеріали III Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними технологічними комплексами», 23 листопада 2016 р. [Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2016 р. – 286 с.
2. Goodman N. D. The principles and practice of probabilistic programming //ACM SIGPLAN Notices. – 2013. – Т. 48. – №. 1. – С. 399-402.
3. Van Roy P. et al. Programming paradigms for dummies: What every programmer should know //New computational paradigms for computer music. – 2009. – Т. 104.
4. Грэм П. ANSI Common Lisp. – СПб.: СИМВОЛ-Плюс, 2012. – 448 с.



УДК 004.942

<sup>1</sup>**В.Ю. Величко**

к.т.н., доцент, с.н.с.

<sup>2</sup>**К.С. Малахов**

магистр, м.н.с.

<sup>3</sup>**А.С. Щуров**

магистр, инженер-программист 1-ой кат.

<sup>1-3</sup>*Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Киев*

## ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОИСКА НАУЧНЫХ РАБОТ

**Введение.** В рамках выполнения программы информатизации НАН Украины по проекту “Разработка методологических и технологических основ построения архитектуры знания-ориентированной информационной системы поддержки деятельности научного исследователя” [1] проведен анализ существующих научных информационных систем, разработаны технические требования и архитектура комплексной информационной системы поддержки проведения научных исследований, спроектированы компоненты системы для практической реализации в виде инструментального комплекса “Автоматизированное рабочее место научного исследователя” (АРМ НИ). На основе полученных результатов выполнена практическая разработка и апробация функциональных компонентов знания-ориентированного АРМ НИ, в частности, его подсистемы – “Онтологическая база знаний публикаций научного исследователя” (ОБЗП НИ) [2].

**Постановка задачи.** ОБЗП НИ ориентирована на поддержку научно-технического творчества (деятельности) учёных: исследовательского проектирования при выполнении научно-технических разработок; подготовки научных публикаций. Одним из ключевых веб-сервисов ОБЗП НИ является веб-сервис поиска научных публикаций во внешних библиографических базах данных, в частности, Google Scholar. Веб-сервис позволяет осуществлять управляемый поиск по библиографической базе Google Scholar с последующей обработкой найденных публикаций сервисами ОБЗП НИ. В рамках дальнейшей разработки и развития веб-сервиса поиска научных публикаций необходимо выполнить разработку интеллектуального агента автоматизированного поиска научных работ (ИА) в виде программной реализации – интернет-бота. Одним из основных этапов разработки программных интеллектуальных агентов такого рода является проектирование архитектуры агентов, которую можно описать информационной моделью высокого уровня абстракции [3].

**Информационная модель ИА.** Информационная модель высокого уровня абстракции интеллектуального агента автоматизированного поиска научных работ может быть представлена в виде математической модели орграфа [4,5] следующего вида:

$$G_P = (Start(P), N(P), E(P))$$

где:

$G_P$  – оргграф;

$P$  – программа (интернет-бот) ИА;

$N(P) = \{n_{i1}\}, i1 = \overline{1, k}, k = |N(P)|$  – конечное множество вершин оргграфа  $G_P$ , представляющее собой элементы (процессы, решения, данные, программные модули, программные библиотеки, процедуры, функции) программы  $P$ ;

$Start(P) \in N(P)$  – выделенная вершина оргграфа  $G_P$  эквивалентная блоку “Начало”, элемент “Терминатор” классической блок-схемы выполнения программы  $P$  (отображает выход во внешнюю среду и вход из внешней среды, начало или конец схемы программы, внешнее использование и источник или пункт назначения данных);

$E(P) = \{e_j(n_{i1}, n_{i2})\}, j = \overline{1, l}, l = |E(P)|, i2 = \overline{1, k}, i2 \neq i1$  – конечное множество ребер (дуг) оргграфа  $G_P$ . Каждое ребро (дуга)  $e_j \in E(P)$  имеет метку  $\langle action \rangle$  – действие, которое выполняет программа  $P$  при переходе от вершины  $n_{i1} \in N(P)$  к вершине  $n_{i2} \in N(P)$ .

**Вывод.** В работе представлена информационная модель высокого уровня абстракции интеллектуального агента автоматизированного поиска научных работ в виде математической модели оргграфа. На основе описанной модели ИА разработана математическая модель оргграфа более низкого уровня (уровень отображения процессов, данных, процедур, функций, программных модулей и библиотек, непосредственно использовавшихся в разработке ИА) и выполнена экспериментальная программная реализация ИА в составе инструментального комплекса АРМ НИ.

#### Список использованных источников

1. Отчет по проекту ВК 205.34.15 “Розробка методологічних та технологічних засад побудови архітектури знання-орієнтованої інформаційної системи підтримки діяльності наукового дослідника” – № держреєстрації 0115U003529, К., 2015, – 134 с.

2. Отчет по проекту ВК 205.34.16 “Створення проблемно-орієнтованих систем онтологічного аналізу і синтезу складних об’єктів нової техніки” – № держреєстрації 0116U006232, К., 2016, – 102 с.

3. Палагин А. В. Развитие формальных моделей, алгоритмов, процедур, разработки и функционирования программной системы “Инструментальный комплекс онтологического назначения” / А. В. Палагин, Н. Г. Петренко, В. Ю. Величко, К. С. Малахов. – Науковий журнал “Проблеми програмування” – №2-3, с. 221-232, м. Київ, 2014.

4. Миронов А. М. Математическая модель и методы верификации программных систем / Миронов А. М., Жуков Д. Ю. // Интеллектуальные системы. Теория и приложения (ранее: Интеллектуальные системы по 2014, № 2, ISSN 2075-9460). — 2005. — Т. 9. — С. 209–252.

5. Кривой С.Л. Дискретна математика: Вибр. питання: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / С.Л. Кривий – К.: Вид. дім. “Києво-Могилянська академія”, 2007. – 572 с.

УДК 519.6

**А.Ф. Верлань**

докт. техн. наук, проф.

*ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАНУ, г. Киев, Украина*

## ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НЕПРЕРЫВНЫХ СИСТЕМ

Возрастание сложности и расширение круга современных задач анализа и проектирования динамических систем существенно влияют на развитие методов математического и компьютерного моделирования. Наряду с классическими задачами анализа в практику исследования динамических систем вошли многие задачи математической физики, задачи описания объектов без предварительного знания законов их функционирования (задачи биологии, химии, экологии, экономики и др.), задачи, обратные задачам анализа — идентификация, синтез управлений, диагностика систем и т. д. В этих условиях возможности дифференциальных уравнений оказались недостаточными, что прежде всего относится к задачам моделирования нестационарных систем, управления системами с распределенными параметрами, восстановления сигналов и т. д. Трактовка свойств динамических объектов на основе понятия последействия, развитие структурного метода исследований привели к практическому использованию интегральных операторов в качестве математических моделей для элементов систем и систем в целом. В итоге к настоящему времени интегральные уравнения стали широко применяться для решения многих задач моделирования динамических объектов и систем.

Неотъемлемой составной частью интегрального уравнения является преобразование (интегральный оператор), связывающее функции  $\varphi(t)$  и  $\psi(t)$ :

$$A\varphi(t) \equiv \int_V K(t,s)\varphi(s)ds = \psi(t), \quad (1)$$

где  $K(t,s)$  — ядро,  $V$  — область интегрирования,  $t$  и  $s$  — независимые переменные.

Оператор Вольтерры получаем из (1), если интеграл имеет переменный верхний предел.

$$A_s\varphi(t) \equiv \int_a^t K(t,s)\varphi(s)ds = \psi(t), \quad t \leq s. \quad (2)$$

Задачи анализа скалярных объектов описываются либо линейным одномерным уравнением Вольтерры второго рода

$$y(t) - \int_a^t K(t,s)y(s)ds = f(t), \quad t, s \in [a, b], \quad (3)$$

где  $y(t)$  — искомая функция,  $K(t,s)$  и  $f(t)$  — заданы, либо в общем (нелинейном) случае нелинейным уравнением Вольтерры-Урысона II рода

$$y(t) - \int_a^t K[t, s, y(t)] ds = f(t), t \in [a, b]. \quad (4)$$

В частном случае уравнение (4) представляет собой уравнение Вольтерры-Гаммерштейна

$$y(t) - \int_a^t K(t, s) F[s, y(s)] ds = f(t), t \in [a, b]. \quad (5)$$

При решении задач определения сигнала на входе динамического объекта применяются соответствующие уравнения I рода

$$\int_a^t K(t, s) y(s) ds = f(t), \quad (6)$$

$$\int_a^t K(t, s) F[s, y(s)] ds = f(t), \quad (7)$$

$$\int_a^t K[t, s, y(s)] ds = f(t). \quad (8)$$

Задачи решения уравнений (6) – (8) являются некорректными.

Для анализа многосвязных динамических систем используются модели в виде систем интегральных уравнений

$$g_i(t) y_i(t) - \sum_{j=1}^n \int_{\Omega_j} K_{ij}(t, s) y_j(s) ds = f_i(t), t \in Q, i = \overline{1, n}, \quad (9)$$

где  $K_{ij}(t, s)$  – ядра  $f_i(t)$  – правые части,  $y_i(s)$  – искомые функции ( $K(t, s), f(t), g(t), Q$  – заданы.)

Для моделирования нестационарных динамических объектов используется уравнение Вольтерры третьего рода

$$A_0(t) y(t) + \int_0^t k(t, \tau) y_\tau d\tau = F(t), \quad (10)$$

ядро и правая часть которого могут быть выражены через переменные параметры и правую часть эквивалентной дифференциальной модели.

УДК 519.863:330.44

<sup>1</sup> **О.Ф. Волошин**

д.т.н., професор

<sup>2</sup> **В.І. Кудін**

д.т.н., с.н.с., професор

<sup>3</sup> **А.М. Онищенко**

д.е.н., доцент, професор

<sup>1,2,3</sup> *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ***ЕВОЛЮЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДОВИХ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ СТРАТЕГІЇ МІЖГАЛУЗЕВОЇ ВЗАЄМОДІЇ**

**Вступ.** Проблема математичного моделювання взаємодії економіки та екології в рамках виконання програми скорочення забруднення довкілля не є новою. Першим класом подання даних процесів можна назвати моделі міжгалузевого балансу, які досліджують вплив структури економіки на навколишнє природне середовище, зокрема, модель Леонтєва-Форда та її узагальнення [1-2]. Математичні моделі таких процесів описується в класі лінійних систем з нечітко заданими обмеженнями на змінні, а геометрично (структурно) багатограними множинами. Для аналізу та оптимізації таких задач можна застосувати методи запропоновані в [3].

Досягнення адекватності моделі досліджуваному процесу, зокрема встановлення її коректності зумовлює розробку методів аналізу властивостей, насамперед, впливу структурних змін на еволюцію її властивостей (збереження чи зміну) та виконання обмежуючих умов. Процес моделювання можна інтерпретувати як деяку ітераційну процедуру:

направленої еволюції властивостей взаємозв'язаних математичних моделей включенням (виключенням) обмежень, стовпців (рядків), зміною окремих елементів до більш адекватної зі збереження несуперечливості обмежень,

аналізу математичних (структурних) властивостей моделі на величину рангу (його повноту), тобто на розмірність багатогранної множини обмежень, наявність початкових базисних матриць, встановлення сумісності, обмеженості, замкнутості обмежень врахування нечіткості задання змінних, існування та єдиність розв'язків, тощо [3] – для вибору методу оптимізації.

вибіру варіанту методу та алгоритму базисних матриць, який суттєво залежить від структурних властивостей проміжної еволюційної моделі (допустима, псевдосхема та штучна схеми).

У зв'язку з цим для даної задачі математичного моделювання взаємодії економіки та екології в рамках виконання програми скорочення забруднення довкілля запропоновано враховувати витрати на виконання емісійних обмежень парникових газів у структурі галузей основного виробництва у вигляді [2]:

$$\begin{cases} x_1 = A_{11}x_1 + A_{12}x_2 + Cy_2 + y_1, \\ x_2 = A_{21}x_1 + A_{22}x_2 - y_2, \end{cases} \quad (1)$$

Перше рівняння запропонованої (дещо спрощеної) моделі відображає економічний баланс – розподіл галузевого валового випуску продукції на виробниче споживання основного та допоміжного виробництв, кінцеве споживання основного виробництва та витрати, пов'язані з виконанням зобов'язань за Паризькою угодою. Друге рівняння відображає фізичний баланс парникових газів, як суму емісій, спричинених діяльністю основного та допоміжного виробництв, та їх незнищених обсягів. Слід зазначити, що модель (1) може містити додаткові обмеження на змінні та цільову функцію.

При цьому зв'язки як між окремими галузями економіки в рамках одного блоку, так і між основним та допоміжним виробництвами у цілому є складними та багатосторонніми. Масштаби їх розвитку визначають обсяг товарообігу та його структуру, а різноплановість зв'язків, особливості та зміна умов функціонування промислових комплексів зумовлюють необхідність їх врахування при проведенні прогнозних та планових розрахунків виробництва промислової продукції.

Екологізація промислового виробництва розглядається як проблема управління об'єктом економіки шляхом пристосування всіх виробничих функцій, факторів та інфраструктури виробництва до вимог екологічної безпеки, як програма мінімум в питанні розв'язання екологічних проблем з урахуванням вимог зі скорочення емісій парникових газів.

Останнє призводить до еволюції (зміни) структури технологічних матриць моделі (1), що відображено, в першу чергу, в коефіцієнтах витрат матеріального виробництва на одиницю скорочення викидів парникових газів, коефіцієнтах обслуговування зобов'язань за Паризькою угодою тощо. Відповідних змін в таких умовах зазнають показники обсягів галузевих випусків та кінцевого продукту. З метою оцінки таких змін раціональним є застосування запропонованого в [3] алгоритму визначення розв'язків трансформованих матричних структур на основі методу базисних матриць. Застосування вказаного підходу до дослідження моделі (1) дозволить вивчити можливість побудови оптимальної технологічної бази галузі та створити соціально-економічні передумови змістовних перетворень у сфері еколого-економічної взаємодії.

### **Використані джерела**

1. Ляшенко І.М. Економіко-математичні методи та моделі сталого розвитку. – К.: Вища школа, 1999. – 236с.
2. Онищенко А. М. Методологія математичного моделювання економіко-екологічної взаємодії в умовах реалізації Кіотського протоколу / І.М. Ляшенко, А. М. Онищенко // Економічна кібернетика. – 2011. – №4-6 (70-72) – С. 17-26.
3. Волошин А.Ф., Кудин В.И. "Последовательный анализ вариантов в задачах исследования и проектирования сложных систем" (под общей редакцией академика И.В.Сергиенко). - К.: Наукова думка, 2015. - 351с.

УДК 004.896, 004.048

<sup>1</sup> **А.В. Дорошенко**

К.т.н., доцент кафедри АСУ.

<sup>2</sup> **Р.О. Ткаченко**

Д.т.н., професор, професор кафедри ІТВС.

<sup>1,2</sup> *Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів.*

## МЕТОД КОМІТЕТУ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В ЗАДАЧАХ РОЗПІЗНАВАННЯ В УМОВАХ ДОВІЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ КЛАСІВ ДАНИХ

**Вступ.** Останнім часом надзвичайно високої популярності набув такий напрямок інформаційних технологій, як Data Science. Причиною цього є доступність надзвичайно великих обсягів даних, що накопичені в цифровому вигляді за останні десятиріччя, а також те, що опрацьовуючи їх за допомогою різних методів штучного інтелекту можна отримати не лише приховані закономірності, що збільшують прибутки компаній, але й робити відкриття в фізиці, хімії, медицині, зокрема такі, що можуть врятувати життя людству.

**Опис проблеми.** Однак, задачі інтелектуального аналізу даних характеризуються не лише великими розмірністю та обсягом даних, але й нерівномірністю представлення векторів різних класів у навчальній вибірці. Як правило, така нерівномірність спричинена особливостями предметної області, адже саме на основі реальних накопичених даних, які зібрані за достатньо довгий час функціонування певної системи, за допомогою застосування методів штучного інтелекту, видобуваються нові знання. Як правило, застосування більшості типів нейромереж для розв'язання такого типу задач може давати високу точну розпізнавання в цілому для вибірки, але, якщо провести аналіз по кожному з класів, то ми побачимо, що клас, представлений великою кількістю векторів розпізнається дуже добре, або, навіть, ідеально, а клас представлений малою кількістю векторів не розпізнається взагалі.

**Запропонований підхід.** Для вирішення даної проблеми пропонується застосувати комітет штучних нейронних мереж на основі моделі геометричних перетворень (МГП) [1, 280].

Навчання МГП в режимі з супервізором

Режим з супервізором особливий тим, що компоненти векторів даних розділені на вхідні і вихідні, де останні відомі лише для елементів тренувальної вибірки. Отже, значення коефіцієнта  $K_i^{(S)}$ , необхідні для виконання послідовності геометричних перетворень, можливо обчислити лише для векторів тренувальної вибірки. В цьому випадку достатньо обчислювати значення коефіцієнта  $K_i^{(S)}$ , де  $n$  – число вхідних компонентів вектора і представляти шуканий коефіцієнт як апроксимацію залежності (1), яка задається таблично

$$K_i^{(S)} = f(\overline{K_i^{(S)}}). \quad (1)$$

В прихованому шарі ШНМ МГП можуть використовуватися лінійні, або нелінійні нейронні елементи, функцією яких є апроксимація залежності (1). Для

випадку лінійного варіанту ШНМ вид функція активації нейронних елементів має вигляд

$$K_i^{(S)} = \alpha \times \overline{K_i^{(S)}}, \quad (2)$$

де коефіцієнт  $\alpha$  обчислюється на основі критерію найменших квадратів.

Для вирішення проблеми нерівномірного представлення векторів, що належать до різних класів, нами пропонується застосувати комітет ШНМ МГП, кожна з ШНМ якого навчається на векторах, що належать до одного класу.

Кожен з векторів має 92 вхідні параметри -  $x_1, \dots, x_{92}$ , що описують об'єкт, що моделюється і 1 вихідний параметр -  $y$  - номер класу, до якого належить вектор. Для навчання та тестування використовуємо лінійний тип ШНМ МГП.

Отже, створюємо комітет нейронних мереж. Сформувавши 3 навчальні вибірки - по одній для кожного класу - ми створюємо три ШНМ МГП однакової структури, кожен з яких навчаємо на навчальній вибірці з векторами одного класу. В цих навчальних вибірках ми змінюємо значення їх вихідних полів  $y$ : замість номера класу присвоюємо йому значення 1. Отримані від кожної ШНМ відгуки аналізуються за принципом WTA (winner takes all) - вектор відноситься до того класу, відгук від нейромережі якого є найбільшим.

В таблиці 1 наведено результати точності тестування із використанням комітету ШНМ та матриці штрафів та заохочень, сформованої для конкретної задачі:

	ШНМ1 $y=1$	ШНМ1 $y=1$	ШНМ1 $y=1$	ШНМ1 $y=1$
	ШНМ2 $y=1$	ШНМ2 $y=1,1$	ШНМ2 $y=1,1$	ШНМ2 $y=1$
	ШНМ3 $y=1$	ШНМ3 $y=1,5$	ШНМ3 $y=1,7$	ШНМ3 $y=1,5$
Class 1	99,8 %	90,8 %	90,8%	90,8 %
Class 2	62,6 %	90,98%	40,4%	1 %
Class 3	58,8 %	3%	82,2%	99 %

**Висновки.** Нерівномірне представлення класів даних, яке є характерним для багатьох задач Data Mining може стати проблемою під час розв'язання задач класифікації чи розпізнавання. Для вирішення даної проблеми запропоновано використати замість одної ШНМ комітет ШНМ, які базуються на основі моделі геометричних перетворень. Застосування такої архітектури дозволяє швидко навчати кожен ШНМ, що входить в комітет, розпізнаванню векторів одного з класів, а в режимі тестування чи використання, застосувавши метод WTA, отримати повторювані результати для розпізнавання векторів усіх класів. Окрім того, поєднання даного підходу із методом штрафів та заохочень дає змогу підвищити точність класифікації для тих класів, правильне розпізнавання яких є важливим для даної конкретної задачі.

#### Список використаних джерел

Tkachenko R., Tkachenko P., Tkachenko O., Schmitz J. "Geometrical Data Modelling"// Збірник матеріалів міжнародної наукової конференції "Інтелектуальні системи прийняття рішень та прикладні аспекти інформаційних технологій" -Т.2. - С.279-283.



УДК 519.246

<sup>1</sup> С.В. Заболотній

Доктор технічних наук, доцент, професор кафедри радіотехніки та інформаційно-телекомунікаційних систем

<sup>2</sup> О.М. Ткаченко

Викладач відділення інформаційних технологій

<sup>1</sup>Черкаський державний технологічний університет, Черкаси<sup>2</sup>Черкаський державний бізнес-коледж, Черкаси

## ПОЛІНОМІАЛЬНІ АДАПТИВНІ ПРОЦЕДУРИ РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЕЙ НЕГАУСОВИХ ПОМИЛОК НА ОСНОВІ СТАТИСТИК ВИЩИХ ПОРЯДКІВ

Регресійний аналіз є одним із найбільш поширених статистичних методів інтелектуального аналізу даних, які можуть мати різноманітну природу походження: економічну, соціальну, біо-медичну, технічну та ін. Його основною метою є встановлення причинно-наслідкових зав'язків між значеннями деякої залежної (цільової) змінної  $y$  та однією або декількома незалежними змінними (предикторами)  $x$ .

Як правило, регресійна модель представляється у вигляді:  $y = f(x, \theta) + \varepsilon$ , де  $f(x, \theta)$  - параметричне сімейство детермінованих функцій, а  $\varepsilon$  - випадкова величина. Із статистичної точки зору основна задача регресійного аналізу полягає у визначенні параметра  $\theta$  при якому досягається екстремум відповідного критерію якості наближення (зазвичай, середньоквадратичного).

Відомо, що при виконанні умов теореми Гауса-Маркова оптимальним є застосування методу найменших квадратів (МНК). При гаусовому характері випадкової складової  $\varepsilon$  оцінки МНК, які знаходяться як розв'язок системи лінійних алгебраїчних рівнянь, характеризуються найменшою дисперсією. Проте значна частина дослідників, яка працює із реальними даними, зазначає, що така модель є лише зручною ідеалізацією. Тому перевірка гіпотези про відповідність розподілу регресійних залишків гаусовому закону є одним із важливих етапів верифікації регресійної моделі [1].

Існує декілька концептуально різних підходів до дій у ситуації «негаусовості» регресійних помилок. Один з них базується на застосуванні робастних або непараметричних процедур, застосування яких направлене на забезпечення стійкості щодо впливу екстремальних відхилень (викидів). Проте для тих ситуацій, коли відмінність від гаусової моделі породжена не «шкідливими» викидами, а специфікою даних, може бути застосовано параметричний підхід, що базується на методі максимальної правдоподібності (ММП). Його використання часто дозволяє суттєво зменшити (порівняно із МНК) дисперсію оцінок. Але крім того, що з обчислювальної точки зору такий підхід характеризується достатньо високою складністю, головним його недоліком є підвищені вимоги до обсягу апріорної інформації, що пов'язано із необхідністю специфікації (вибору) закону розподілу для моделі помилок.

У даній роботі досліджується підхід, який базується на описі негаусової моделі регресійних помилок статистиками вищих порядків та оцінювання параметра  $\theta$  методом максимізації полінома (ММПл). Зазначимо, що вперше можливість використання для задач регресійного аналізу ММПл була задекларована в роботі [2]. В цій роботі також показано, що за негаусового характеру статистичних даних оцінки ММПл у цілому є більш точними порівняно з МНК, а величина зменшення дисперсії оцінок залежить від степені поліному  $s$  та значень статистик вищих порядків (кумулянтних коефіцієнтів).

При використанні як базисних функції степеневих перетворень, оцінки параметра  $\theta$  отримуються як розв'язок системи поліноміальних рівнянь з ваговими коефіцієнтами, що розраховуються за умови забезпечення мінімуму дисперсії оцінок. Важливим фактом є те, що при  $s=1$  така система вироджується в лінійну, а оцінки ММПл співпадають з МНК. Зазначимо, що для отримання оптимальних коефіцієнтів необхідна апріорно інформація про значення моментів або кумулянтів (кумулянтних коефіцієнтів) до  $2s$ -го порядку випадкової складової  $\mathcal{E}$  регресійної моделі, яка на практиці зазвичай відсутня. Проте існує теоретична можливість отримання апостеріорних оцінок відповідних статистик, яка обумовлена тим, що невідповідність гаусової гіпотези щодо моделі помилок не є критичною, з тієї точки зору, що оцінки МНК хоча і перестають бути ефективними, проте залишаються незміщеними та слухними. А оскільки МНК по суті є лінійним методом, то ймовірнісні властивості регресійних залишків після його застосування, фактично не будуть відрізнятися від властивостей випадкової складової регресійної моделі.

Таким чином пропонується наступна 3-х крокова адаптивна процедура: 1 крок – знаходження МНК-оцінок  $\hat{\theta}^{(1)}$  та отримання регресійних залишків; 2 крок – знаходження методом моментів оцінок необхідної кількості (до  $2s$ -го порядку) статистик (кумулянтів) регресійних залишків МНК; 3 крок – знаходження уточнених оцінок  $\hat{\theta}^{(s)}$  із застосуванням ММПл степені  $s$ . Оскільки ММПл-оцінки знаходяться лише як чисельний розв'язок системи нелінійних рівнянь, то МНК-оцінки, знайдені на 1 кроці, логічно використати як перше наближення при застосуванні відповідних ітеративних процедур.

**Висновки.** Запропоновано новий підхід до знаходження оцінок параметрів регресії для ситуації коли випадкова складова регресійної моделі відрізняється від гаусового розподілу. Запропонований підхід можна трактувати як адаптивний та компромісний з реалізаційної точки зору оскільки результуючі процедури потенційно мають меншу аналітичну та обчислювальну складність порівняно із параметричним підходом та забезпечують підвищення точності порівняно з методом найменших квадратів, який не враховує відмінність ймовірнісного розподілу статистичних даних від гаусового закону.

#### Список використаних джерел

1. Ryan T.P. Modern regression methods. – John Wiley & Sons, 2008. – Т. 655.
2. Кунченко Ю.П., Лега Ю.Г. Оценка параметров случайных величин методом максимизации полинома. – К. : Наукова думка, 1991. – 180 с.

УДК 004.9

<sup>1</sup>**В.С. Захарченя**

студент

<sup>2</sup>**Я.О. Поволоцький**

студент

<sup>3</sup>**О.В. Єгорова**

Асистент кафедри інформаційних технологій проектування

<sup>1-3</sup>Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси

## ПРО ЗБІЖНІСТЬ КОМПОЗИЦІЙНОГО МЕТОДУ СПРЯМОВАНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Композиційний метод спрямованої оптимізації [1] застосовується у різних областях знань, що використовують структурну, параметричну ідентифікацію і прогнозування. Як і для інших еволюційних алгоритмів, для композиційного методу спрямованої оптимізації гостро стоїть питання збіжності. При виконанні певних умов збіжність має місце.

Роботу композиційного методу спрямованої оптимізації опишемо за допомогою операторів *Початкова популяція*, *Впорядкування*, *Репродукція*, *Перевірка збіжності* у вигляді рандомізованих процедур.

*Визначення 1.* Будемо говорити, що вибірка сукупність потенційних розв'язків композиційного методу спрямованої оптимізації збігається до оптимуму в задачі глобальної безумовної оптимізації, якщо  $F_t \rightarrow f^*$  майже напевне при  $t \rightarrow \infty$ , де  $F_t$  – цільова функція,  $f^*$  – оптимальне значення функції,  $t$  – номер ітерації.

*Визначення 2.* Функція *Перевірка збіжності* повертає значення «хиба», доки не виконується умова завершення робота алгоритму, та «істина» в протилежному випадку.

**Теорема.** Нехай  $B^* \neq \emptyset$  і функція *Перевірка збіжності* ніколи не повертає значення «істина». Тоді:

1. В композиційному методі спрямованої оптимізації оптимальна вибірка сукупність потенційних розв'язків породжується з ймовірністю одиниця за скінчену кількість ітерацій

$$P\{\exists t : \hat{\Pi}^t \cap B^* \neq \emptyset\} = 1, \quad (1)$$

де  $\hat{\Pi}$  – вибірка сукупність потенційних розв'язків,  $B^*$  – множина оптимальних розв'язків.

2. Якщо нерівність (1) виконується при консервативному операторі *Репродукція* вибірка сукупність потенційних розв'язків композиційного методу спрямованої оптимізації збігається до оптимуму майже напевне.

### Список використаних джерел

1. Снитюк В. Е. Композиционное преодоление неопределенности в задачах нелинейной многофакторной оптимизации [Текст] / В. Е. Снитюк // Искусственный интеллект. – 2004. – № 4. – С. 207–210.

УДК 519.87

<sup>1</sup> **Є.В. Івохін**

д.ф.-м.н., доцент, професор кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень факультету комп'ютерних наук та кібернетики

<sup>2</sup> **Д.В. Апанасенко**

аспірант факультету комп'ютерних наук та кібернетики

<sup>3</sup> **Ю.О. Науменко**

аспірант факультету комп'ютерних наук та кібернетики

<sup>1,2,3</sup> *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ*

## ПРО ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РЕКЛАМИ ЯК ПРОЦЕСУ АГРЕГАЦІЇ, ОБМЕЖЕНОЇ ДИФУЗІЄЮ

**Вступ.** Багато процесів, що відбуваються у природі та суспільстві, характеризуються хаотичною динамікою, моделювання якої призводить до появи нових математичних структур, яким властива статистична (неповна) повторюваність. Важливе місце серед цих структур займають фрактальні кластери [1], для дослідження яких активно застосовується модель агрегації, обмеженої дифузією (diffusion limited aggregation, DLA) [2], що описує процедуру об'єднання окремих частинок у самоподібний агрегат в умовах їх випадкового блукання. Дана модель знайшла широке застосування для імітаційного моделювання різних дифузійних процесів, що спостерігаються у рідинах і газах.

**Математична модель процесу обміну інформації.** Розглянемо соціальну мережу  $S$ , що складається з заданої ( $N=n+1$ ) кількості користувачів. Усі користувачі, що представляють вузли мережі, обмінюються між собою повідомленнями (пакетами даних). Математичну модель функціонування обміну інформацією в рамках мережі можна сформулювати на основі підходу [3], що використовується для моделювання процесів у нейронах і часто застосовується при дослідженні задач з імпульсним впливом.

Маємо цільову аудиторію, що складається з заданої кількості  $N$  людей, об'єднаних у соціальну мережу. Кожна людина знайома або має можливість спілкуватися з певною кількістю  $n_i$ ,  $i=\overline{1, N}$  інших людей з цієї аудиторії. Без обмеження загальності вважається можливим, що існують такі номери  $k=\overline{1, N}$  користувачів мережі, для яких  $n_k = N-1$ . З іншого боку, зрозуміло, що, якщо підписувач мережі  $i$  знайомий з підписувачем  $j$ , то й  $j$  буде знайомий з  $i$ . Таку структуру можна представити графом, де кожна вершина графа представляє собою людину-користувача, а ребро між двома вершинами означає те, що ці люди знайомі або спілкуються між собою. Цей граф можна задати симетричною матрицею  $R$  інцидентності розмірності  $N \times N$ , що складається з 0 та 1, де 0 на позиції  $ij$  означає, що людина  $i$  не знайома з людиною  $j$ , а 1 – що людина  $i$  знайома з людиною  $j$ .

Кожну людину з цільової аудиторії характеризує також набір додаткових параметрів. По-перше, кожен неоднаково ставиться до побаченої/почутої реклами:

в даній моделі кожна людина має свій коефіцієнт  $I_i$ ,  $I_i \in [0,1]$ ,  $i = \overline{1, N}$ , що відображає її сприйнятливості до реклами. По-друге, кожен по-різному прислуховується до думки своїх знайомих. Покладемо в моделі відповідальним за це вектор  $T_i$ , що задає рівень довіри  $i$ -ї людини до її знайомих. Для зручності використання запишемо цей вектор у вигляді  $T_i = (t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{iN})$ , де  $t_{ij} \in [0,1]$ ,  $t_{ij} = 0$ , якщо відповідне  $r_{ij} = 0$ ,  $r_{ij}$  –  $j$ -й елемент  $i$ -го рядка матриці  $R$ ,  $t_{ii} = 1$ ,  $j = \overline{1, N}$ .

Припустимо, що на початку процесу моделювання процесу розповсюдження реклами проведено певну рекламну кампанію. Розглянемо, яким чином буде поширюватися рівень розповсюдження реклами серед певної цільової аудиторії.

Задамо певний поріг сприйнятливості до реклами  $L$ ,  $L \in [0,1]$ . При цьому будемо вважати, що реклама ефективно подіяла на людину  $i$ , якщо її ставлення  $I_i \geq L$ . Введемо вектор  $H_0$ ,  $H_0 = (h_1, h_2, \dots, h_N)$ , де  $h_i = 0$ , якщо  $I_i < L$  та  $h_i = 1$  при  $I_i \geq L$ . Цей вектор характеризує осіб з цільової аудиторії, на яких подіяла реклама до моменту початку спілкування.

Зміну сприйнятливості з часом формалізуємо за допомогою вигляді моделі нейроподібного елемента вигляду

$$\frac{dI_i(t)}{dt} = \frac{1}{n_i + 1} \sum_{j=1}^N t_{ij} I_j(t) - I_i(t). \quad (1)$$

На кожному послідовному кроці часової дискретизації перераховуються коефіцієнти ставлення до реклами кожної особи з цільової аудиторії за допомогою середнього значення думки оточення людини з урахуванням рівня її довіри до кожного з даного оточення.

**Висновки.** У даній роботі змодельовано та досліджено процес розповсюдження реклами без засобів мас-медіа шляхом комунікації в межах заданої цільової аудиторії.

Запропонований підхід використовує оригінальну методику моделювання процесів агрегації, обмежених дифузиею. Розглянуто процес проникнення (розповсюдження) впливу реклами на задану цільову аудиторію. Використовується підхід, що базується на моделі обміну інформацією у мережі нейроподібних елементів. Результати формуються за допомогою заданого набору довіри користувачів один до іншого і заданого порогового рівня сприйнятливості реклами осіб цільової аудиторії.

#### Список використаних джерел

1. Батюков А.М. О модификации модели агрегации, ограниченной диффузией / А.М. Батюков, Н.Б.Ампиров // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2013. – Вып.3 (174). – С.233-238.
- 2.Смирнов Б.М. Физика фрактальных кластеров. – М.: Наука, 1991. – 136с.
3. Jang J.S., Sun C.T., Mizutani E. Neuro-Fuzzy and soft computing. – N.Y.: Prentice Hall, 1997. – 176 p.

УДК 519.87

<sup>1</sup> **Є.В. Івохін**

д.ф.-м.н., доцент, професор кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень факультету комп'ютерних наук та кібернетики

<sup>2</sup> **М.Ф. Махно**

аспірант факультету комп'ютерних наук та кібернетики

<sup>1,2</sup> *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ***ПРО СПОСІБ ПЕРЕТВОРЕННЯ ОБЛАСТІ ДОПУСТИМИХ РОЗВ'ЯЗКІВ В ЧІТКИХ ТА НЕЧІТКИХ ЗАДАЧАХ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ**

**Вступ.** Пошук оптимального або близького до оптимального розв'язку в задачах дослідження операцій на основі методів математичного програмування здійснюється з урахуванням системи обмежень, яка визначає область допустимих розв'язків (ОДР). В задачах лінійного програмування (ЗЛП) система обмежень визначається, як правило, системою лінійних нерівностей. За невеликої кількості обмежень область може бути легко побудована, а оптимальний розв'язок – знайдений шляхом перебору значень цільової функції в усіх симплексах (вершинах) отриманого багатогранника [1]. Система обмежень може містити сукупності незалежних умов, які є близькими. В задачах лінійного програмування з великою кількістю обмежень це суттєво знижує ефективність роботи алгоритмів пошуку оптимального розв'язку.

**Метод перетворення ОДР чіткої задачі лінійного програмування.**

Розглянемо стандартну задачу лінійного програмування, що записана у векторно-матричному вигляді

$$\max c^T x \quad (1)$$

при обмеженнях

$$Ax \leq b; \quad x \geq 0, \quad (2)$$

де  $A$  - матриця обмежень розміру  $m \times n$ ,  $b$  - вектор-стовбець вільних членів (розміру  $m$ ),  $x$  - вектор змінних (розміру  $n$ ),  $c = (c_1, c_2, \dots, c_n)$  - вектор коефіцієнтів цільової функції.

Позначимо:  $A_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})^T$  - вектор коефіцієнтів у лівій частині обмеження з номером  $i$ ,  $\bar{A}_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}, b_i)^T$  - розширений вектор, що містить окрім коефіцієнтів лівої частини  $i$ -тої нерівності значення  $b_i$ ,  $i = \overline{1, m}$ .

*Означення 1.* Два обмеження системи лінійних нерівностей (2) з номерами  $i$  та  $j$ ,  $1 \leq i, j \leq m$ , назовемо  $\gamma$ -сильнозв'язаними, якщо для величини

$$v_{ij} = (A_i, A_j) / (\|A_i\| \|A_j\|), \quad 1 \leq i, j \leq m, \quad (3)$$

справедливе співвідношення

$$v_{ij} \geq \gamma, \quad 0 < \gamma \leq 1. \quad (4)$$

Тут  $(A_i, A_j) = \sum_{s=1}^n a_{is} a_{js}$  - скалярний добуток векторів  $A_i, A_j$ ,  $1 \leq i, j \leq m$ .

**Означення 2.** Два обмеження системи лінійних нерівностей (2) з номерами  $i$  та  $j$ ,  $1 \leq i, j \leq m$ , назовемо  $\bar{\gamma}$  - сильнозв'язаними, якщо для величини

$$\bar{v}_{ij} = (\bar{A}_i, \bar{A}_i) / (\|\bar{A}_i\| \|\bar{A}_j\|), \quad 1 \leq i, j \leq m, \quad (5)$$

справедливе співвідношення

$$\bar{v}_{ij} \geq \gamma, \quad 0 < \gamma \leq 1. \quad (6)$$

Враховуючи рівень зв'язаності обмежень вихідної ЗЛП, можна провести їх модифікацію, замінюючи пару сильно зв'язаних нерівностей на одну нову.

### Метод перетворення ОДР нечіткої задачі лінійного програмування.

Наведений вище підхід для перетворення ОДР можна застосувати для пошуку розв'язків нечітких задач лінійного програмування з нечітко заданими ресурсами [2]:

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max, \quad (7)$$

з нечіткими обмеженнями на ресурси

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq \tilde{b}_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}, \quad (8)$$

де праві частини обмежень (8) подаються у вигляді правих нечітких трикутних чисел [3]  $\tilde{b}_i = (b_i, b_i, b_i + b_i^0)$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $b_i^0 \geq 0$ ,  $i = \overline{1, m}$ , - допустимі відхилення.

Наведемо метод перетворення ОДР для задачі оптимізації, яка має вигляд (1), (2) при  $n = 2$  і  $m$  лінійних обмеженнях:

- задаємо величину  $\gamma$ , що визначає ступінь сильної зв'язаності пар обмежень;

- для всіх пар нерівностей, для яких значення  $v_{ij} \geq \gamma$ ,  $1 \leq i, j \leq m$ , будемо нове обмеження у вигляді  $px_1 + qx_2 \leq s - \lambda v_{ij}$ ,  $0 \leq \lambda \leq 1$ , де коефіцієнти  $p, q, s$  визначаються з рівняння прямої, вектор нормалі якої співпадає з вектором суми векторів  $(a_{i1}, a_{i2})^T$  і  $(a_{j1}, a_{j2})^T$ , та яка проходить через точку перетину прямих  $a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 = b_i + b_i^0$  і  $a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 = b_j + b_j^0$ ,  $1 \leq i, j \leq m$ .

**Висновки.** Запропоновано метод перетворення ОДР ЗЛП, що дозволяє отримувати розв'язок, наближений до розв'язку початкової задачі. У випадку нечіткої ЗЛП зберігається відповідний рівень нечіткості розв'язку. Слід зауважити, що наведені вище процедури перетворення має сенс залучати лише для ресурсів одного виду. Отримане таким чином нове обмеження буде розглядатися як деяке узагальнення початкових умов.

### Список використаних джерел

1. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій/ Ю.П. Зайченко. – К.: «Слово», 2006. – 815 с.
2. Dubois D. Linear programming with fuzzy data / D. Dubois // Analysis of Fuzzy Information / J. C. Bezdek (ed.). Boca Raton : CRC Press, 1987.
3. Bablu J. Multi-objective fuzzy linear programming and its application in transportation model/ J.Bablu, K.R.Tapan// Tamsui Oxford Journal of Math. Sc. – 2005. – V.21(2). – P.243-268.

УДК 519.85

<sup>1</sup> **А.В. Карташов**

Канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры информатики

<sup>2</sup> **К.П. Коробчинский**

Ст. преподаватель кафедры информатики

<sup>3</sup> **О.С. Пичугина**

Канд. физ.-мат. наук, доцент, докторант

<sup>1,2</sup> *Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков*<sup>3</sup> *Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков*

## ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧАХ ЕВКЛИДОВОЙ КОМБИНАТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Пусть  $P$  – произвольное комбинаторное множество. Примерами такого множества являются множества перестановок (с повторениями и без повторений), размещений, перестановок кортежей и т. д.

Осуществим взаимно-однозначное отображение множества  $P$  на некоторое подмножество  $E$  арифметического евклидова пространства  $R^n$ . Множества, полученные в результате такого отображения, называют евклидовыми комбинаторными множествами [1]. Специфические свойства евклидовых комбинаторных множеств позволяют предлагать оригинальные подходы к реализации генетических алгоритмов для решения оптимизационных задач на этих множествах.

Будем рассматривать оптимизационную задачу

$$\max_{x \in E} f(x), \quad (1)$$

эквивалентную в силу биекции задаче оптимизации на исходном комбинаторном множестве  $P$ .

При реализации генетических алгоритмов для решения задачи (1) особый интерес представляет формирование оператора кроссовера (скрещивания). В качестве особи (гена) будем рассматривать последовательность координат точки  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in E$ . Выберем для скрещивания две особи  $X$  и  $Y$ . Одним из наиболее распространенных способов кроссовера является случайный выбор места разделения последовательности координат на две части. Например, осуществим разделение по  $k$ -й позиции:

$$X = (x_1, \dots, x_k | x_{k+1} \dots, x_n), \quad (2)$$

$$Y = (y_1, \dots, y_k | y_{k+1} \dots, y_n). \quad (3)$$

Потомками родителей  $X$  и  $Y$  будем считать

$$\tilde{X} = (x_1, \dots, x_k | y_{k+1} \dots, y_n), \quad (4)$$

$$\tilde{Y} = (y_1, \dots, y_k | x_{k+1} \dots, x_n). \quad (5)$$

Сложная комбинаторная структура множества  $E$  приводит к тому, что полученные потомки, как правило, не принадлежат допустимому множеству. Поэтому для получения допустимых потомков необходимо разрабатывать



специальные процедуры [2]. Естественным подходом для получения допустимого множества является решение задачи проецирования произвольной точки на это множество. Другими словами, ищется ближайшая допустимая точка в метрике соответствующего пространства. Специфика евклидовых комбинаторных множеств позволяет предлагать допустимые точки как проекции полученных точек (4) и (5) на множество  $E$ . Решение задачи проецирования точки на множество  $E$  для различных классов евклидовых комбинаторных множеств рассмотрено в [2].

Развивая указанный подход, можно предложить для особей (2) и (3) следующие способы получения потомков. Например, нового потомка будем получать в виде линейной комбинации  $X$  и  $Y$  с коэффициентами, определяемыми значениями функции цели в этих точках. Чем лучше значение, тем больше коэффициент. Для задачи на максимум, это могут быть просто сами значения функции, т.е.

$$\tilde{X} = Pr_E(f(X) \cdot X + f(Y) \cdot Y),$$

где  $Pr_E$  – оператор проецирования точки на множество  $E$ .

Можно также предложить рандомизированный вариант кроссовера:

$$\tilde{X} = Pr_E(p_1 f(X) \cdot X + p_2 f(Y) \cdot Y),$$

где  $p_1$  и  $p_2$  – некоторые случайные величины.

**Выводы.** Свойства евклидовых комбинаторных множеств позволяют предложить логически обоснованные и легко реализуемые процедуры скрещивания особей в генетических алгоритмах задач комбинаторной оптимизации. Эффективность предложенных схем подтверждена при решении комбинаторных логистических задач упаковки.

#### Список использованных источников

1. Стоян Ю.Г. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. [Текст] / Ю.Г. Стоян, С.В. Яковлев - К. : Наук. думка, 1986. - 268 с.
2. Гуляницький Л.Ф. Прикладні методи комбінаторної оптимізації: навч. посіб. [Текст] / Л.Ф. Гуляницький, О.Ю. Мулеса. - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2016. - 142 с.
3. Пичугина О.С. О непрерывных представлениях и функциональных продолжениях в задачах комбинаторной оптимизации [Текст] / О.С. Пичугина, С.В. Яковлев // Кибернетика и системный анализ. - 2016. - Том 52, № 6. – С.102-113.

УДК 004.032.26

<sup>1</sup> **А.В. Кожем'яко**

Кандидат технічних наук, доцент кафедри лазерної та оптоелектронної техніки

<sup>2</sup> **О.С. Васильківа**

Аспірант кафедри лазерної та оптоелектронної техніки

<sup>1,2</sup> *Вінницький національний технічний університет, Вінниця*

## АНАЛІЗ ТА ПОРІВНЯЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЙРОЧИПІВ

**Вступ.** Основною елементною базою перспективних нейрообчислювачів є нейрочіпи. Їх виробництво ведеться в багатьох країнах світу, причому більшість з них на сьогодні орієнтовані на закрите використання (тобто створювалися для конкретних спеціалізованих керуючих систем) [1-3].

В роботі проаналізовано та проведено порівняння функціональних можливостей нейронних чипів з програмованою логікою та їх елементної бази для задач розпізнавання образів.

Аналіз напрямків розвитку сучасних систем обробки інформації підтвердив необхідність створення систем з спеціалізованою архітектурою, для обробки та розпізнавання образної інформації аналогічно до біологічних нейромереж, з великою продуктивністю та високим рівнем продуктивності.

**Аналіз та порівняння нейрочипів.** Орієнтація у виконанні нейромережових операцій обумовлює з одного боку підвищення швидкостей обміну між пам'яттю і паралельними арифметичними пристроями, а з іншого боку зменшення часу вагового підсумовування (множення і накопичення) за рахунок застосування фіксованого набору команд типу реєстр-реєстр [1-3].

Одним з найважливіших критеріїв ефективності є продуктивність систем і пристроїв. Така характеристика, як тактова частота, дозволяє оцінити продуктивність досить неоднозначно, тому виходячи з поставлених цілей дослідження, з усією сукупністю критеріїв ефективності з метою аналізу швидкодії були обрані критерії такі як час реалізації алгоритму та час простоїв [4].

Критерії часу обробки і часу простоїв є відображенням критерію коефіцієнта використання апаратури тобто, відношення одночасно працюючих елементів системи до загальної кількості цих елементів. Було отримано практичні результати критерію коефіцієнта використання апаратури (K2) та коефіцієнту продуктивності (K1), що зображено на рис.1., та отримані результати представлені в роботі [5].

**Висновки.** Вибір того чи іншого нейрочипа - багатокритеріальна задача. Слід, однак, відзначити перевагу процесорів Analog Devices для додатків, що вимагають виконання великих обсягів математичних обчислень, оскільки їх продуктивність на подібних завданнях вище, ніж у процесорів компаній Motorola і Texas Instruments. Motorola лідирує по обсягам виробництва сигнальних процесорів, більшу частину яких складають дешеві і досить продуктивні 16-ти і 24-розрядні мікропроцесори з фіксованою точкою.

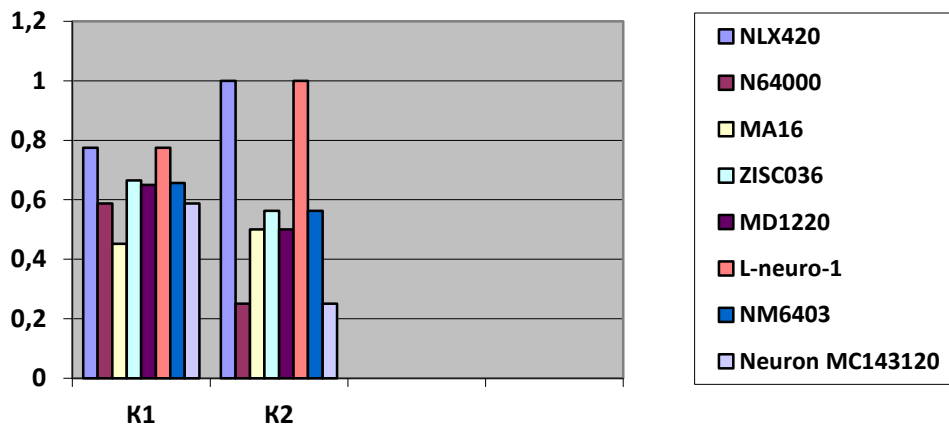


Рисунок 1 - Графік продуктивності нейрочипів

Для того, щоб максимально ефективно використовувати обчислювальні ресурси нейрокомп'ютерів їх чипи необхідно об'єднувати в оптоелектронні модулі. Оптикоелектронний модуль (нейрочип) NEURON орієнтований на створення кластерно-паралельних обчислювальних систем. Програмно-алгоритмічне забезпечення з управління кластерної структурою реалізовано всередині кристалу. Запропонована архітектура кристала стала в даний час основою стандарту ANSI / EIA 709.1-1999 побудови різних АСУ технологічними процесами [5].

#### Список використаних джерел

1. Проблемы построения и обучения нейронных сетей / под ред. А.И.Галушкина и В.А.Шахнова. - М. Изд-во Машиностроение. Библиотечка журнала Информационные технологии № 1. 1999. 105 с.
2. Пат. 93976 Україна, МПКН03К 23/00. Оптикоелектронний модуль / Т.Б. Мартинюк, А.В. Кожем'яко, О.С. Васильківа, С.В. Сидорук, Л.В. Олійник; Вінниц. нац. техн. ун-т. – №201404539; заявл. 28.04.2014; опубл. 27.10.2014, Бюл. № 20.-6с.
3. Пат. 95068 Україна, МПКG06F 7/00. Пристрій для моделювання нейрона / Т.Б. Мартинюк, А.В. Кожем'яко, О.С. Васильківа, П.Ф. Колісник; Вінниц. нац. техн. ун-т. – №201406908; заявл. 19.06.2014; опубл. 10.12.2014, Бюл. № 23.-4с.
4. В.А. Романчук. Математическое обеспечение оценки производительности систем нейрокомпьютерной обработки информации // Известия ТулГУ. Технические науки, 2016. Вып. 2.-С.242-251.
5. Кожем'яко В.П., Кожем'яко А.В., Васильківа О.С Сучасний стан, елементна база та порівняльний аналіз характеристик нейрообчислювачів / В.П. Кожем'яко, Кожем'яко А.В., Васильківа О.С. // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2016. – № 31-32. – С. 84-89. – ISSN 1681-7893.

УДК 519.85

<sup>1</sup> Л.Н. Колечкина

Д. физ.-мат.н., профессор

<sup>2</sup> Е.А. Дверная

Ассистент

<sup>1,2</sup> ВУЗ Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли», Полтава

## ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ВЕКТОРНЫХ ЗАДАЧ С ДРОБНО-ЛИНЕЙНЫМИ ФУНКЦИЯМИ ЦЕЛИ НА КОМБИНАТОРНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ПЕРЕСТАНОВОК

**Вступление.** Сложность большинства современных проблем находит свое отражение в векторной оптимизации, решению задач которой посвящены работы многих ученых [1-3]. В процессе построения моделей разных экономических и технических задач, например, связанных с управлением статьями банковского баланса, планированием деятельности компании, оценкой транспортных перевозок, управлением деятельностью университетов и т.п., возникает необходимость в оптимизации некоего относительного показателя, который может быть представлен дробно-линейной функцией цели.

Если область допустимых значений прикладных задач обладает свойствами комбинаторной конфигурации, то речь идет об экстремальной комбинаторной задаче [1, 2]. Таким образом, рассмотрим векторную экстремальную задачу с дробно-линейными целевыми функциями на комбинаторных конфигурациях.

**Постановка задачи.** Сформулируем задачу следующим образом: найти такое  $x^* \in D \subseteq X$ , что

$$x^* = \arg \operatorname{extr}_{x \in D \subseteq X} F(x), \quad (1)$$

где  $F(f_1, f_2, \dots, f_n)$  – векторный критерий, который состоит из дробно-линейных функций цели

$$f_i = \operatorname{extr}_{x \in D \subseteq X} \frac{\sum_{j=1}^m c_{ij} x_j + c_0}{\sum_{j=1}^m d_{ij} x_j + d_0}, \quad i \in N_n, j \in N_m, \quad (2)$$

при условии  $\sum_{j=1}^m d_{ij} x_j + d_0 \neq 0, i \in N_n, j \in N_m$ .

$D \subseteq X$  – подмножество допустимых решений задачи, которое формируется из системы дополнительных линейных ограничений вида

$$a_{it} x_j \leq b_t, \quad i \in N_m, t \in N_k, \quad (3)$$

$X$  – некая комбинаторная конфигурация,

$$\operatorname{extr} \in \{\min, \max\} \quad (4)$$

– направление оптимизации,  $n$  – количество функций,  $m$  – количество переменных,  $k$  – количество ограничений задачи.

Задача (1)-(4) является векторной задачей с дробно-линейными функциями цели на комбинаторном множестве. Рассмотрим алгоритм ее решения.

### Алгоритм модифицированного координатного метода для решения векторных задач с дробно-линейной функцией

**Шаг 1.** Ввести входные данные задачи (1)-(4): коэффициенты целевых функций, дополнительных ограничений, элементы комбинаторной конфигурации, экспертные оценки преимущества критериев оптимальности.

**Шаг 2.** Для каждого из  $k$  ограничений найти соответствующие ему точки конфигурации перестановок, используя подпрограмму модифицированного координатного метода с оптимизацией поиска, чтобы получить  $k$  подмножеств  $D_i \subset X$ , где  $i \in N_k$  множества  $D^*$  допустимых решений.

**Шаг 3.** Найти пересечение  $D^* = D_1 \cap D_2 \cap \dots \cap D_k$ .

**Шаг 4.** Вычислить весовые коэффициенты нового критерия оптимальности:

$$\alpha_i = \frac{\sum_{s=1}^m \sigma_{is}}{\sum_{r=1}^m \sum_{s=1}^m \sigma_{rs}}, i \in N_n, \text{ где } \sigma_{is}, \sigma_{rs} - \text{ заданные экспертные оценки.}$$

**Шаг 5.** Перейти от векторного критерия к однокритериальной дробно-линейной функции в виде  $f^* = \sum_{i=1}^k \alpha_i^k f_i \rightarrow extr$ .

**Шаг 6.** Вычислить значение функции  $f^*$  в точках  $x \in D^*$ .

**Шаг 7.** Сравнить полученные на шаге 6 значения, выбрав соответствующее направление оптимизации. Определить экстремальное значение или допустимые значения функции цели.

**Шаг 8.** Найти значение дробно-линейных функций, составляющих векторный критерий. Завершить работу алгоритма.

**Заключение.** Предложен модифицированный координатный метод с оптимизацией поиска, который упрощающий процесс решения экстремальных задач с дробно-линейными целевыми функциями на комбинаторных конфигурациях. Преимуществом описанного алгоритма является отсутствие этапа преобразования переменных для линеаризации целевых функций, что позитивно влияет на его эффективность, и сокращение множества допустимых значений задачи за счет работы непосредственно с системой линейных ограничений. Дальнейшая работа направлена на исследования такого рода задач на других комбинаторных конфигурациях и применение данного метода для их решения.

#### Список использованных источников

1. Донець Г.П. Екстремальні задачі на комбінаторних конфігураціях. Монографія / Г.П. Донець, Л.М. Колечкіна. – Полтава: ПУЕТ, 2011. – 362 с.
2. Колечкина Л.Н. Модификация координатного метода решения экстремальных задач на комбинаторных конфигурациях при условии многокритериальности / Л.Н. Колечкина, Е.А. Дверная, А.Н. Нагорная. // Кибернетика и системный анализ. – 2014. – Том 50. № 4. – С. 154-161.
3. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения: Пер. с англ. / Р. Штойер — М.: Радио и связь, 1992.— 504 с: ил.

УДК 004.89

<sup>1</sup> **Н.М. Кораблев**

Доктор технических наук, профессор

<sup>2</sup> **А.А. Фомичев**

Кандидат технических наук, старший преподаватель

<sup>3</sup> **Д.Н. Соловьев**<sup>4</sup> **Р.Р. Малюков**<sup>1,2,3,4</sup> *Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков*

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ИММУННОЙ МОДЕЛИ КЛОНАЛЬНОГО ОТБОРА

**Введение.** При решении практических задач возникает необходимость разработки модели классификации, позволяющей изменять способ группировки исходных данных в процессе работы. Модель должна быть гибкой и адаптивной, сочетать особенности различных способов обучения. Применительно к задаче классификации, аппарат искусственных иммунных систем (ИИС) позволяет проводить группировку данных различными способами в рамках решения одной задачи. Адаптивность ИИС позволяет изменять не только структуру сети иммунных объектов, но и методы решения поставленной задачи. Несмотря на большой потенциал ИИС, на сегодняшний день не существует иммунной модели классификации, позволяющей в полной мере использовать преимущества ее адаптивности при решении задачи автоматической классификации. Использование адаптивной иммунной модели должно приводить к максимально быстрой классификации данных, которые могут быть классифицированы при использовании обучающей выборки (ОВ), либо в процессе иммунного обучения (ИМО), и кластеризации данных, характеристики которых не позволяют их отнести ни к одному классу.

**Основная часть.** Среди моделей ИИС модель клонального отбора является одной из простых [1], наиболее распространёнными алгоритмами реализации которой являются CLONALG и ВСА. Основное различие между ними заключается в способе организации обработки антител в процессе ИМО, использовании оператора первичного отбора и особенностях клонирования антител. Для решения задачи классификации на основе иммунной модели клонального отбора базовым алгоритмом был выбран CLONALG, на основе которого были разработаны модифицированные алгоритмы классификации с контролируемым (CLONALGm) и неконтролируемым (CLONALGmc) обучением [2]. Т.к. задача автоматической классификации подразумевает не только распределение группируемых данных между множеством исходных классов, но и выделение кластеров для данных, которые не могут быть классифицированы, был разработан алгоритм классификации CLONALGma, реализующий основные принципы клонального отбора в процессе ИМО.

Процесс автоматической классификации разделяется на два основных этапа [3]: 1) классификация части исходных данных при использовании ОВ без проведения ИМО; 2) кластеризация оставшихся данных в процессе ИМО. В

соответствии с этим функционирование модели автоматической классификации данных CLONALG<sub>ma</sub> разделяется на следующие этапы: 1) подготовительный этап и классификация без ИМО; 2) ИМО и формирование кластеров; 3) уточнение границ сформированных кластеров и исходных классов. На первом этапе работы модели CLONALG<sub>ma</sub> происходит определение возможности классификации исходных данных без проведения ИМО и разделение данных на множества антител, группировка которых производится различными способами. На втором этапе производится определение возможности проведения ИМО. Если это возможно, начинается процесс ИМО, в ходе которого происходит классификация данных с контролируемым обучением и формирование кластеров для данных, которые не могут быть отнесены ни к одному из исходных классов. На третьем этапе происходит уточнение границ исходных классов, а также определение границ кластеров, сформированных в процессе ИМО.

Основной особенностью данного алгоритма является возможность разделения исходного множества данных на популяции антител, для которых классификация проходит различными способами. При этом после выделения популяций классифицируемых данных, в процессе ИМО участвует все множество данных, т.е. обучение не проводится отдельно для популяции классифицируемых антител, и популяции антител, для которых необходимо проведение кластеризации. Таким образом, алгоритм CLONALG<sub>ma</sub> сочетает особенности работы алгоритмов CLONALG<sub>m</sub> и CLONALG<sub>mc</sub>, используемых для проведения классификации с различным способом обучения. В соответствии с этим, в случае отсутствия ОБ, CLONALG<sub>ma</sub> проводит классификацию с неконтролируемым обучением. В случае использования антигенов ОБ, данный алгоритм проводит классификацию с контролируемым обучением и возможностью формирования новых кластеров для антител, которые в силу особенностей их признаков не могут быть отнесены ни к одному исходному классу. Управление работой CLONALG<sub>ma</sub> осуществляется путем изменения входных параметров, определяющих предельное количество популяций антител, минимальное количество клонов и коэффициенты роста классов и кластеров.

**Выводы.** Предложена модель автоматической классификации данных на основе иммунной модели клонального отбора, которая является гибкой и адаптивной и сочетает особенности различных способов обучения.

#### **Список использованных источников**

1. Dasgupta D. Immunological computation, theory and applications [Текст] / D. Dasgupta, L.F. Nino // CRC Press. – 2009. – 298 p.
2. Korablyov M. The immune method for classifying objects on the basis of the target clonal selection [Текст] / M. Korablyov, O. Fomichov, M. Kushnaryov, W. Wójcik // Elektronika (LIV). – 2013. – № 8. – P. 36-39.
3. Кораблев Н.М. Автоматическая классификация данных на основе иммунного похода [Текст] / Н.М. Кораблев, А.А. Фомичев // Бионика интеллекта: науч.-техн. журнал. – 2014. – № 2 (83). – С. 83-90.

УДК 004.032.26; 004.852

**П.О. Кравець**

Канд. техн. наук, доцент

НУ «Львівська політехніка», Львів

## МАТРИЧНА СТОХАСТИЧНА ГРА НЕЙРОАГЕНТІВ

**Постановка задачі.** Метою роботи є розв'язування стохастичної гри множини  $I$  ( $|I| \geq 2$ ) нейронних агентів для моделювання колективного вироблення рішення в умовах невизначеності. Агенти задаються штучними нейронними мережами з  $n = 2$  шарами нейронів. Кількість елементів кожного шару є однаковою, рівною кількості  $N_i$  варіантів рішень (чистих стратегій)  $U_i = \{u_i[1], u_i[2], \dots, u_i[N_i]\}$ . Функціонування нейроагентів здійснюється за адаптивним алгоритмом Кохонена, що реалізує навчання без учителя [1].

У дискретні моменти часу  $t = 1, 2, \dots$  кожен агент  $i \in I$  випадково і незалежно вибирає один із варіантів рішень  $u_{i,t} \in U_i$ . Після реалізації колективної стратегії  $u \in U = \times_{i \in I} U_i$  агенти отримують випадкові поточні виграші  $\xi_i(u) \forall i \in I$  з апіорі невідомим математичним сподіванням  $M\{\xi_i(u)\} = v_i(u)$  та обмеженою дисперсією  $d_i(u)$ . Агенти взаємодіють через середовище прийняття рішень, яке задається матрицями математичних сподівань випадкових виграшів  $[v_i] \forall i \in I$ . На вхід середовища подаються значення варіантів рішень  $u_i \in U_i \forall i \in I$ . Виходом середовища є відповідні значення поточних виграшів  $\xi_i(u) \forall i \in I$ . На входи нейроагентів подаються вектори параметрів  $x_i^{(n-1)}$ , обчислені на основі виходів середовища  $\xi_i(u) \forall i \in I$ . Виходами нейроагентів є вектори параметрів  $y_i^{(n)}$  за якими визначається рішення  $u_i \in U_i \forall i \in I$ .

Метою кожного агента є максимізація функції середніх виграшів  $\lim_{t \rightarrow \infty} \Xi_{i,t} \rightarrow \max_{u_i} \forall i \in I$ , де  $\Xi_{i,t}(\{u_i\}) = t^{-1} \sum_{\tau=1}^t \xi_{i,\tau}$ .

**Алгоритм гри нейроагентів.** Задати початкові параметри гри у момент часу  $t = 0$  та виконати кроки 1 – 9  $\forall i \in I$ .

1. Виконати випадковий вибір варіантів рішень:

$$u_{i,t} = \left( u_i[k] \mid k = \arg \left( \min_k \sum_{j=1}^k p_{i,t}(u_{i,t}[j]) > \omega \right), k = 1..N_i \right)$$

на основі динамічного вектора змішаних стратегій  $P_{i,t}(u_{i,t} \mid u_{i,\tau}, \xi_{i,\tau}, \tau = 1, 2, \dots, t-1) = \pi_{\varepsilon_i}^{N_i} \{y_{i,t}^{(n)}\}$ , отриманого проектуванням  $\pi_{\varepsilon_i}^{N_i}$  виходів  $y_{i,t}^{(n)}$  на одиничний  $N_i$ -вимірний  $\mathcal{E}$ -симплекс  $S_{\varepsilon_i}^{N_i} \subseteq S^{N_i}$  [2], де  $\omega \in [0, 1]$  – дійсне випадкове число з рівномірним розподілом.



2. Отримати значення поточних виграшів нейроагентів, як випадкових величин з нормальним розподілом:  $\xi_i(u_t) \sim Normal(v_i(u_t), d_i(u_t))$ .

3. Обчислити входи  $x_i^{(n-1)} = e \xi_i(u_t)$  та виходи  $y_i^{(n-1)}[k] = \varphi(x_i^{(n-1)}[k])$ ,  $k = 1..N_i$  нейронів  $(n-1)$ -го шару, де  $e = (1 | \forall u_i \in U_i)$  – вектор, усі елементи якого дорівнюють одиниці;  $\varphi()$  – передатна функція нейрона.

4. Обчислити сумарні входи  $x_i^{(n)}[k] = \sum_{j=1}^{N_i} w_{i,t}^{(n-1)}[j,k] y_i^{(n-1)}[j]$  та виходи  $y_i^{(n)}[k] = \varphi(x_i^{(n)}[k])$ ,  $k = 1..N_i$  нейронів  $n$ -го шару, де  $w_{i,t}^{(n-1)}[j,k]$  позначає вагу зв'язку між  $j$ -м вузлом  $(n-1)$ -го шару та  $k$ -м вузлом  $n$ -го шару.

5. Визначити індекси  $k_i^* = index(u_i[k] | \chi(u_i[k] = u_{i,t}))$ ,  $k = 1..N_i$  нейронів, які є переможцями вибору варіантів  $u_{i,t}$ , де  $\chi() \in \{0,1\}$  – індикаторна функція події.

6. Обчислити поточні значення параметрів навчання гри:  $\gamma_t = \gamma / t^\alpha$ ,  $\varepsilon_t = \varepsilon / t^\beta$ , де  $\gamma, \alpha > 0$ ;  $\varepsilon, \beta > 0$ .

7. Обчислити ваги зв'язків для нейронів-переможців:

$$w_{i,t+1}^{(n-1)}[j, k_i^*] = w_{i,t}^{(n-1)}[j, k_i^*] + \gamma_t (y_{i,t}^{(n-1)}[j] - w_{i,t}^{(n-1)}[j, k_i^*]), \quad j = 1..N_i.$$

8. Обчислити поточне наближення  $\Delta_t = |I|^{-1} \sum_{i \in I} \Delta_{i,t}$  до колективного розв'язку

гри за Нешем, отримане з умови доповняльної нежорсткості, де  $\Delta_{i,t} = \|p_{i,t} - \tilde{p}_{i,t}\|^2$ ;  $p_{i,t}, \tilde{p}_{i,t} \in S_\varepsilon^{N_i}$ ;  $\tilde{p}_{i,t} = diag(p_{i,t}) \nabla_{p_{i,t}} V_{i,t} / V_{i,t}$ ;  $diag(p_{i,t})$  – квадратна діагональна матриця порядку  $N_i$ , побудована з елементів вектора  $p_{i,t}$ ;  $V_{i,t}$  – усереднена полілінійна функція виграшів  $i$ -го нейроагента [2].

9. Якщо умова точності навчання нейроагентів  $|I|^{-1} \sum_{i \in I} \|w_{i,t+1}^{(n-1)} - w_{i,t}^{(n-1)}\| < \delta$  не виконується, то задати наступний момент часу  $t := t + 1$  і перейти на крок 1, інакше – кінець гри.

**Висновки.** Програмна реалізація цього алгоритму при обмеженнях на параметри, які задовольняють фундаментальні умови стохастичної апроксимації [2], підтверджує збіжність стохастичної гри нейроагентів згідно із сформульованою метою. Зростання розмірності задачі та дисперсії поточних виграшів призводить до зменшення швидкості збіжності гри. Достовірність отриманих результатів підтверджено повторювальністю характеристик гри для різних послідовностей випадкових величин.

#### Список використаних джерел

1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
2. Назин А.В. Адаптивный выбор вариантов: Рекуррентные алгоритмы / А.В. Назин, А.С. Позняк. – М.: Наука, 1986. – 288 с.

УДК 141, 303.725.36, 001.9

**О. В. Малишев**

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

*Інститут проблем математичних машин і систем НАН України, м. Київ*

## РЕІНЖИНІРИНГ ПІРАМІДИ ЗНАННЯ

**Вступ.** Беззаперечним є той факт, що поняття «знання» та «інформація», незважаючи на їх виключно інтенсивне в останнє півстоліття використання, до цього часу не набули свого остаточного і загальноприйнятого, якщо й не визначення, то хоча б тлумачення. Численні спроби з'ясувати, що таке «знання», характеризуються високим ступенем розбіжності використовуваних підходів. Що ж стосується «інформації», то навіть в рамках математичної теорії інформації ситуація з тлумаченням вихідного поняття залишає бажати кращого.

**Піраміда DIKW<sup>1</sup>.** Цікаво, що взаємовідносини між цими поняттями в уяві переважної більшості людей, навіть філософів, кібернетиків та інформатиків, регулюються виключно парадигмою DIKW, що вибудовує т. з. «піраміду знання» або «інформаційну піраміду»<sup>2</sup>, в основі якої лежать «дані», а верхівкою слугує «мудрість». Але уважний розгляд конструкції цієї піраміди [1, 2] призводить до висновку про її хибність. Наприклад, в [1] прямо стверджується: «...the hierarchy is unsound and methodologically undesirable». З чого випливає необхідність її «реінжинірингу».

**Вихідні положення.** Будемо спиратись на такі міркування:

1. Набір фундаментальних взаємодій, що розрізняється сучасною фізикою (сильні, слабкі, гравітаційні, електромагнітні) не містить ніяких інформаційних взаємодій.

2. Кожна жива істота є носієм «знання», частину якого, у загальному випадку, складає «вміння», при цьому, основною функцією знання є здійснення управління, у першу чергу, собою, і, далі, оточенням (див. концепцію «втіленого знання» [3]).

3. Інформацією зазвичай називають повідомлення, які обслуговують комунікативні потреби живих істот. Такі повідомлення складаються певною мовою, якою повинні володіти учасники спілкування. Для формування, зберігання і використання повідомлень, носіями яких слугують матеріальні об'єкти, створюються і використовуються певні технології. Інформація, як продукт життєдіяльності, що виробляється на свідомому чи підсвідомому рівні [4], або імітується несвідомо, може бути неповною, неадекватною, неправдивою, несвоечасною, синтаксично неправильною тощо.

З цього з необхідністю випливає наступне: знання первинне, інформація вторинна. Будь-яка інформація є відображенням знання, але не всяке знання може бути відображене інформаційно.

<sup>1</sup> Від англ. «Data» (дані), «Information» (інформація), «Knowledge» (знання), «Wisdom» (мудрість).

<sup>2</sup> Сама наявність альтернативи щодо іменування «конструкції» багато про що говорить.

**Остаточна конструкція.** Піраміда знання складається з двох шарів, де шар інформації спирається на шар знання.

**Деякі наслідки (приклад).** З висоти «нової» піраміди багато тверджень, які широким загалом сприймаються як «істина», вже не здаються такими, наприклад:

1. Інформація не є «скрепою всього суцього», як стверджував Н. Вінер [5]: «... всякий організм скрепляється наличием средств приобретения, использования, хранения и передачи информации».

2. Кібернетика, як наука про управління, не може визначатись як «наука об общих законах получения, хранения, передачи и преобразования информации в сложных управляющих системах» [6]. Управління функціонуванням організму живої істоти відбувається, так би мовити, на до-інформаційному рівні. Управління, що здійснюється живою істотою, в основному, також відбувається на до-інформаційному рівні. Але в багатьох контурах управління, здійснюваного у Природі, використовується інформація, і кількість таких контурів, мабуть, має тенденцію до зростання.

3. Молекула ДНК не несе ніякої «інформації», як, на превеликий жаль, звикли думати більшість людей. Той, хто використовує метафору «генетичний код», повинен задуматись над тим, що в даному випадку є об'єктом моделювання (молекула), а що – її інформаційною моделлю, в рамках якої вжиття терміну «код» є цілком виправданим.

**Висновок.** Нова конструкція піраміди знання вільна від недоліків попередньої і може стати підґрунтям для переосмислення деяких стереотипів, що склалися внаслідок певних причин, зокрема, щодо взаємовідносин таких наук, як кібернетика та інформатика.

#### Список використаних джерел

1. Frické, Martin. (2009). The knowledge pyramid: A critique of the DIKW hierarchy. *Journal of information Science* 35: 131-142.
2. Мальшев О. В. Анти-DIKW. – Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи): Матеріали 1-ї Міжнародної науково-технічної конференції (10-13 травня 2011 р. Черкаси). – Черкаси: Маклаут, 2011. – С. 104-105.
3. Мальшев О.В. Воплощенное знание // Математичні машини і системи, 2009. - № 1. – С. 55-69.
4. Мальшев О.В. Информация как сознательный феномен // Математичні машини і системи, 2012. - № 3. – С. 166-177.
5. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. – М.: «Советское радио», 1968. – 327 с.
6. Энциклопедия кибернетики (в двух томах), том 1. – К.: Главная редакция Украинской Советской Энциклопедии, 1974. – 608 с.

УДК 519.7

**Д.А. Омелянчик**

молодший науковий співробітник

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова, Київ

## МЕТОДИ НАВЧАННЯ З УЧИТЕЛЕМ В АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНИХ МОДЕЛЯХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

**Вступ.** Агентно-орієнтоване моделювання економіки – це дисципліна, яка займається вивченням економічних процесів шляхом моделювання динамічних систем взаємодіючих агентів. Вона використовує методи поведінкової економіки, теорії мереж, імітаційного моделювання, теорії хаосу, а також ідеї, запозичені з фізики, когнітивної психології, біології та інших природничих та соціальних наук. Предметом агентно-орієнтованого моделювання обчислювальної економіки є створення такої симуляції реального світу, в якій можна ефективно перевірити наслідки різних сценаріїв дій та вибрати оптимальний напрям, прогнозувати розвиток економічних систем, аналізувати причинно-наслідкові зв'язки між змінними.

**Модель.** Розглянемо загальну агентно-орієнтовану модель (АОМ) функціонування економіки. Вона містить два типи активних агентів (фірми та домогосподарства), які взаємодіють між собою за допомогою спеціальних протоколів-посередників – ринку товарів та ринку праці [1].

Припускається, що фірми виробляють лише один товар, який є споживчим. Виробники виставляють свої пропозиції товару на єдиному централізованому ринку товарів, звідки домогосподарства можуть його придбати. Пропозиція товару  $(p, S)$  складається з ціни одиниці товару  $p$  та відповідної пропозиції товару  $S$ .

Ринок праці містить відомості про попит на працю з боку фірм-виробників. Пропозиція роботи  $(w, L)$  від фірми складається з кількості працівників  $L$ , яких планується найняти, та пропонованої заробітної плати  $w$ . Пошуком роботи на ринку праці займаються незайняті особи та активні працівники інших фірм (частка зайнятих осіб, яка хоче змінити роботу).

За результатами діяльності на ринку товарів та праці фірма отримує реакцію зовнішнього середовища на вибрані значення параметрів управління та оновлює їх у відповідності із заданим алгоритмом. Таким чином, фірма *навчається*, тобто намагається досягнути своїх цілей, співставляючи керовані нею вхідні параметри із отриманим виходом.

Основними параметрами керування, тобто змінними, значення яких фірма-агент може змінювати безпосередньо, можуть бути заробітна плата, ціна одиниці продукції, планова кількість працівників, план виробництва тощо. Зовнішнє середовище реагує на дії фірм шляхом зміни обсягів продажів та фактичного числа працівників.

**Навчання з учителем.** Основною метою діяльності будь-якої фірми є отримання прибутку, причому необов'язково оптимального (максимально можливого за заданих умов). Отже, задачу машинного навчання з учителем для агента-фірми можна сформулювати так: яким чином, володіючи інформацією про поточні значення основних характеристик економічної системи та власних параметрів керування, агент може оцінити ймовірність отримання ним прибутку?

Іншими словами, припустимо, що на початку роботи моделі агент отримує набір з  $N$  навчальних прикладів вигляду  $\{(x_i, y_i)\}_{i=1, \dots, N}$ , де  $i$  – номер прикладу,  $x_i = (x_i^{ext}, x_i^{int})$  – вектор ознак, що складається із підвекторів зовнішніх характеристик світу  $x_i^{ext}$  та внутрішніх параметрів керування  $x_i^{int}$ , а  $y_i \in \{0, 1\}$  – відповідне значення класу 0 (відсутність прибутку) або 1 (наявність прибутку). Тоді, застосувавши будь-який відомий метод навчання із вчителем [2], агент-фірма зможе оцінити ймовірність прибутку (належності до класу 0 або 1) для будь-якого вектору вхідних характеристик  $x_i$ .

Оскільки агент-фірма має можливість маніпулювати значеннями власних параметрів керування  $x_i^{int}$ , вона може вибрати з доступних їй варіантів дій такий, за якого ймовірність отримання прибутку або очікуваний прибуток будуть максимальними.

Пропонована процедура пошуку значень параметрів керування складатиметься з двох етапів: формування набору допустимих значень параметрів та оцінка ймовірності прибутку для цього набору. На даному етапі розробки набір допустимих значень пропонується формувати шляхом малих випадкових збурень вектору параметрів. Кількість згенерованих варіантів для перевірки обмежується сотнею.

**Висновки.** Слід відмітити, що механізм навчання з учителем має суттєві недоліки для застосування в АОМ обчислювальної економіки. Однією з причин цього є те, що для коректного налаштування таких методів навчання потрібно володіти якомога більшим набором навчальних прикладів (хоча б 1000), проте отримати реальний часовий ряд стандартних економіко-статистичних показників такої довжини практично неможливо [3]. Таким чином, потрібно розробляти та удосконалювати механізми послідовного і повторного навчання на одному й тому самому наборі даних, або на наборі синтетичних даних, згенерованих штучно.

#### Список використаних джерел

1. Гуляницький Л.Ф. Разработка и исследование базовой агентно-ориентированной модели функционирования экономики / Л. Ф. Гуляницький, Д. А. Омеляничук // Компьютерная математика. - 2014. - № 1. - С. 26-36.
2. Vapnik V. The Nature of Statistical Learning Theory / Vladimir Vapnik, 2000. – 314 с. – (Statistics for Engineering and Information Science).
3. Aschenwald J. Brave New Modeling: Cellular Automata and Artificial Neural Networks for Mastering Complexity in Economics / J. Aschenwald, S. Fink, G. Tappeiner. // Complexity. – 2002. – №7. – С. 39–47.

УДК 004.8

<sup>1</sup> **Ю.В. Паржин**

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент

<sup>2</sup> **О.А. Серков**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри

<sup>1,2</sup> *Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",  
Харків*

## МОДАЛЬНО-ВЕКТОРНА ТЕОРІЯ ПОБУДОВИ ДЕТЕКТОРНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

**Вступ.** Проблеми створення інтелектуальних систем, заснованих на формалізмі штучних нейронних мереж, насамперед пов'язані з неадекватністю моделей нейронів, які використовуються для їх побудови, біологічним прототипам, а також неспроможності використання коннекційної парадигми для моделювання біологічних нейронних мереж. Вирішення багатьох проблем можливе в результаті висунення альтернативної парадигми побудови штучних нейронних мереж – детекторної парадигми, для реалізації якої пропонуються нові інформаційні моделі нейронів. Основні положення та моделі цієї парадигми не тільки не суперечать сучасним поглядам та досягненням нейрофізіології та нейропсихології на процеси обробки інформації мозком, але й надають обґрунтовану інтерпретацію цим поглядам з точки зору інформаційних технологій.

**Основні результати досліджень.** Сутність коннекційної парадигми полягає в існуванні ефекту зв'язаності вагових коефіцієнтів синаптичних з'єднань нейронів різних шарів штучної нейронної мережі. Зв'язаність вагових коефіцієнтів означає, що зміна одних коефіцієнтів неодмінно веде до зміни інших. На відміну від цього, детекторна парадигма визначає, що вагові коефіцієнти різних нейронів не є зв'язаними, але є зв'язними, тобто: ваговий коефіцієнт конкретного синаптичного з'єднання залежить від того, яке місце у вхідному векторі сигналів нейрона займає сигнал, який поступає на даний синаптичний контакт в процесі навчання. Це положення є біологічно обґрунтованим і визначає значення місцезнаходження синаптичних контактів на дендритному дереві нейрона та їхньої взаємодії в процесі формування збуджуючих постсинаптичних потенціалів та потенціалу дії. Детекторна парадигма вимагає також висунення нового, біологічно мотивованого підходу до навчання нейронів – зустрічного навчання. Зустрічне навчання є розширенням та узагальненням парадигми навчання з підкріпленням та має на увазі наявності структурно зв'язаних та синхронно збуджених нейронів різних систем сприйняття інформації: презентативних систем та репрезентативної системи [1].

Детекторна парадигма передбачає, що окремі нейрони мають функції детекторів структурних елементів образів, що сприймаються, чи образів в цілому, або їх характеристик. Тобто існують два типи нейронів-детекторів: структурні та характеристичні детектори. Функції цих детекторів або задані заздалегідь для детекторів непохідних елементів, або формуються в процесі навчання для

детекторів похідних елементів. Вхідними сигналами для детекторів похідних характеристик є градуальні реакції ще одного нового типу нейронів - нейронів-аналізаторів, які виконують функції порівняння реакцій пресинаптичних нейронів.

Реакція нейрона-детектора визначається наступними складовими, які мають біологічну інтерпретацію: адресною складовою, яка моделює розташування синаптичного контакту на дендритному дереві; складовою значення рівня збудження, яка моделює частотну реакцію біологічного нейрону, пов'язана зі значенням його порогу збудження та використовується в процесі WTA - конкуренції; складовою, яка визначає тип збудження нейрона-детектора та моделює різноманітність форм реакцій біологічного нейрону; просторовим індексом, який служить у якості бази зв'язності елементів вхідного вектора сигналів нейрона-детектора.

У процесі дослідження детекторної парадигми вирішуються добре відомі проблеми "нейронного коду" та зв'язності (англ. - "binding problem"), а також проблема "бабусиної клітини" (англ. - "grandmother cell") [2]. Перші дві проблеми вирішуються в результаті побудови інформаційних моделей нейрона-детектора та нейрона-аналізатора. Третя проблема вирішується в результаті побудови біологічно мотивованої модульної структури нейронної мережі, яка для детектування, наприклад, цілісних статичних двовимірних контурних зображень складається лише з двох шарів структурних та двох шарів характеристичних нейронів-детекторів.

Зв'язність елементів вхідного вектору сигналів нейрона-детектора – мод визначається в процесі зустрічного навчання та формується у вигляді сукупності необхідних та достатніх умов збудження нейрона-детектора – його концепту *Con*. Структурні та характеристичні моди в *Con* зв'язуються на основі просторових індексів та структуруються у модальні групи. В процесі навчання відбувається модифікація *Con* в результаті зміни вагових коефіцієнтів окремих мод, які лише визначають їх приналежність до *Con*.

**Висновки.** Сукупність моделей, методів та засобів реалізації детекторної парадигми складає основу запропонованої модально-векторної теорії побудови детекторних нейронних мереж.

#### Список використаних джерел

1. Паржин Ю.В. Принципы построения и функционирования формальных интеллектуальных систем [Текст] / Ю.В. Паржин, А.А. Серков // Кафедра систем інформації: Збірник наук. праць / Під ред. проф. Кравця В.О. та проф. Серкова О.А. – Харків: ТОВ "Щедра садиба плюс". - 2014. – С. 27-55.

2. Parzhin Y. Hypotheses of neural code and the information model of the neuron-detector [Електронний ресурс] / Y. Parzhin // Journal: ScienceOpen Research. Section: SOR-COMPSCI. - 2014. – 38 с. Режим доступу DOI: 10.14293/S2199-1006.1.SOR-COMPSCI.AP5TO7.v1. – 13.03.2017 р.

УДК 004.896, 004.855.5, 004.932, 004.048, 004.942

<sup>1</sup> **Д.Д. Пелешко**

д.т.н., проф., професор каф. ІТВС

<sup>2</sup> **О.А. Винокурова**

д.т.н., проф., г.н.с. Проблемної науково-дослідної лабораторії АСУ

<sup>3</sup> **І.В. Ізонін,**

к.т.н., асистент каф. ІТВС,

<sup>4</sup> **І.П. Паров'як**

ст. викл. каф. ІТВС

<sup>1,3,4</sup> *Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

<sup>2</sup> *Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків*

## МЕТОДИКА ПРИСКОРЕНОГО ПОШУКУ КОЕФІЦІЄНТА КРОСИНГОВЕРА В ЗАДАЧАХ СИНТЕЗУ ЗОБРАЖЕНЬ ПІДВИЩЕНОЇ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ

**Вступ.** Задача підвищення якості цифрових зображень залишається актуальною і сьогодні. Одним із можливих варіантів ефективного її розв'язання – збільшення роздільної здатності (РЗ) зображення. В останні роки розроблено ряд методів передискретизації зображень на основі алгебраїчних характеристик [1]. Більшість з них для своєї реалізації вимагають використання операції кросинговеру. Визначальними характеристиками розроблених методів автоматизованого вибору коефіцієнта операції кросинговера є те, що в усіх випадках обов'язковим є наявність еталонного зображення і відсутність строго математичного обґрунтування оптимальності вибраного значення на нескінченному проміжку значень коефіцієнта кросинговера.

В загальному випадку результат синтезу зображення  $I'$  підвищеної РЗ із двох вхідних зображень меншої РЗ можна подати у такому операторному вигляді:

$$I' = \Omega(I_1, I_2, k), \quad |I_1| < |I'|, \quad |I_2| < |I'|, \quad (1)$$

де  $I_1$  і  $I_2$  – вхідні зображення низької РЗ; зображення  $I'$  – синтезоване зображення збільшеної РЗ;  $\Omega$  – деякий нелінійний інтегральний оператор синтезу, серед операцій якого є операція кросинговера з коефіцієнтом  $k \in [0, 1]$ ;  $|\cdot|$  – операція визначення розмірності зображення. У загальному випадку маємо, що  $|I_1| \neq |I_2|$ . Проте найчастіше на практиці розглядається випадок, коли  $|I_1| = |I_2|$ . Нелінійність оператора  $\Omega$  розглядається у першу чергу стосовно  $k$ .

Згідно з [1] для автоматичного вибору коефіцієнта кросинговера пропонується розв'язання оптимальної задачі:

$$\text{opt}(k) = \arg \max_{k \in [0,1]} K_{\Sigma}(k). \quad (2)$$

$$\text{де } K_{\Sigma}(k) = \frac{1}{5} \left( \sum_{j \in \{-\infty, -1, 0, 1, +\infty\}} K_{0,j}(k) \right), \quad (3)$$

У формулі (2) за [5, 7] це  $K_{0,1}$ ,  $K_{0,0}$ ,  $K_{0,-1}$ ,  $K_{0,-\infty}$ ,  $K_{0,+\infty}$  – відповідно міри



Кульчинського, Отіаї, Соренсена, Брауна-Бланке, Шимкевича-Сімпсона [1].

Обрані міри є одного порядку, а тому відпадає потреба їх зважування в адитивному виразі (2). Більше того, для них виконується нерівність:

$$\forall j \in \{-\infty, -1, 0, 1, +\infty\}, \forall k \in [0, 1]: 0 \leq K_{0,j}(k) \leq 1. \quad (4)$$

Тоді з (3) маємо, що

$$\forall k \in [0, 1]: 0 \leq K_{\Sigma}(k) \leq 1. \quad (5)$$

У результаті чого  $K_{\Sigma}(k)$  може розглядатись, як інтегральна (адитивна) нормалізована міра подібності зображень  $I'$  та  $I'_{\text{ст}}$ .

Загалом наведені міри (4) можна розбити на дві категорії. Перша з них – це  $K_{0,0}$ ,  $K_{0,-1}$ ,  $K_{0,+\infty}$ , тобто такі, для яких виконується умова:

$$\lim_{I' \rightarrow I'_{\text{ст}}} K(k) = 1. \quad (6)$$

До другої категорії треба віднести міри  $K_{0,1}$ ,  $K_{0,-\infty}$ , тобто такі, для яких:

$$\lim_{I' \rightarrow I'_{\text{ст}}} K(k) = 0. \quad (7)$$

Тоді, враховуючи (6) та (7), адитивна сума (3) в граничному наближенні:

$$\lim_{I' \rightarrow I'_{\text{ст}}} K_{\Sigma}(k) = \frac{3}{5}. \quad (8)$$

У відповідності до цього задачу (2) остаточно можна записати у вигляді:

$$\arg_{k \in [0, 1]} K_{\Sigma}(k) \rightarrow \frac{3}{5}. \quad (9)$$

Формула (9) є розв'язком задачі автоматичного визначення коефіцієнта кросингвера для випадку вибраних мір подібності з [1]. У випадку, коли набір мір буде розширеним мірами, для яких виконується умова (5), за формулою (8) достатньо легко визначити граничне значення задачі (9).

Міксованість (6) та (7) набору вхідних мір дає можливість позбутись фактично інваріантної залежності від однієї міри. Тобто у випадку використання наприклад лише набору мір  $\{K_{0,0}, K_{0,-1}, K_{0,+\infty}\}$  задача (1) зведеться до такої:

$$\arg_{k \in [0, 1]} K_{\Sigma}(k) \rightarrow 1. \quad (10)$$

Визначальною характеристикою задачі (10) є те, що немає сенсу використовувати три міри, а достатньо обійтись однією. А це зменшує якість результату передискретизації в цілому.

**Висновки.** У роботі запропоновано методологію автоматичного визначення оператора кросингвера, яка є набагато простішою у практичній реалізації і характеризується меншим часовим інтервалом виконання в порівнянні з існуючими методами.

#### Список використаних джерел

1. Peleshko D. Image superresolution via divergence matrix and automatic detection of crossover / Dmytro Peleshko, Taras Rak, Ivan Izonin // International Journal of Intelligent Systems and Applications. – 2016. – Т. 8, № 2. – С.1–8.

УДК 004.93

<sup>1</sup> **М.Ю. Пришляк**

Аспирант кафедры программных средств

<sup>2</sup> **С.А. Субботин**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой программных средств

<sup>3</sup> **А.А. Олейник**

Кандидат технических наук, доцент кафедры программных средств

<sup>1-3</sup> *Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье*

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ОГРАНИЧЕННЫХ МАШИН БОЛЬЦМАНА

В задачах распознавания и классификации целесообразно использование глубоких нейронных сетей. В основе глубоких нейронных сетей может применяться ограниченная машина Больцмана (ОМБ) – модель, основанная на энергии, используемая обычно при обучении без учителя. Она состоит из двух слоев – видимого, представляющего данные, и скрытого, которые полностью соединены между собой, но не содержат связей между узлами внутри слоев.

Существующие методы обучения ОМБ основаны на методах Монте-Карло по схеме марковских цепей (Markov Chain Monte Carlo, MCMC). К ним относятся:

– контрастивная дивергенция (КД, Contrastive divergence). Наиболее распространенный метод обучения ОМБ. Он опирается на аппроксимацию отрицательной фазы градиента с образцами, взятыми из короткой чередующейся цепи Маркова-Гиббса. Использование этих коротких цепей позволяет достичь малых отклонений, но приводит к смещенным оценкам градиента [1];

– средняя КД (СКД, Average CD). Этот метод схож с КД и заключается в аппроксимации градиента логарифмического правдоподобия в среднем по нескольким выборкам распределения Гиббса [2];

– устойчивая КД (УКД, Persistent CD) Подобно КД, этот метод аппроксимирует отрицательную фазу градиента с образцами, взятыми из короткой чередующейся цепи Гиббса. Однако в УКД, вместо того, чтобы запускать эту цепочку из данных для обучения, состояние цепи Маркова сохраняется и используется с предыдущей итерации вычисления градиента [3];

– быстрая устойчивая КД (БУКД, Fast Persistent CD). Этот метод использует два набора весов: медленные веса, которые представляют саму модель, и быстрые веса, используемые во время обучения [4]. Быстрые веса имеют большую фиксированную скорость обучения, которая отличается от скорости обучения медленных весов. По мере продолжения обучения, медленные веса могут быть точно настроены путем уменьшения скорости обучения, тогда как быстрые веса все так же гарантируют лучшее распределение;

– закаленные МЦМК (Tempered MCMC). Вместо запуска одной устойчивой цепи Маркова, как в УКД, параллельно запускаются несколько цепей, каждая со своей температурой. Для каждого обновления градиента все цепочки выполняют

один шаг выборки Гиббса, после которого происходит обмен состояниями между случайным образом выбранными соседними цепями [1].

Результаты проведенного анализа показали, что:

– основное отличие КД, УКД и БУКД заключается в том, как получаются отрицательные образцы, но все они используют один и тот же механизм обновления параметров;

– недостаток КД заключается в том, что образцы на отрицательной фазе часто находятся в непосредственной близости от образцов с положительной фазы, что приводит к плохой работоспособности выборки Гиббса за пределами учебных данных;

– метод СКД имеет меньшую ошибку аппроксимации, чем КД и УКД, но требует дополнительных расчетов;

– недостатком УКД является неспособность используемого метода выборки по Гиббсу в некоторых случаях выходить за пределы локального максимума при многомодальных распределениях;

– достоинством БУКД является постоянное изменение вида распределения в негативной фазе марковской цепи, но недостатком является то, что образцы на отрицательной фазе берутся из распределения, которое может расходиться с распределением модели, т.е. метод предлагает лучшее смешение, но ухудшает точность выборки;

– метод закаленных МЦМК позволяет улучшить смешение, но затрачивает больше вычислительных ресурсов вследствие расчета нескольких марковских цепей.

Обозначенные проблемы методов обучения ОМБ обуславливают необходимость их улучшения для повышения качества результатов решения задач распознавания и классификации с использованием глубоких нейронных сетей.

#### **Список використаних джерел**

1. Desjardins G. Parallel tempering for training of restricted Boltzmann machines / G. Desjardins, A. Courville, Y. Bengio, P. Vincent, O. Dellaleau // JMLR W&CP. – 2010. – Vol. 9. – P. 145–152.

2. Ma X. Average Contrastive Divergence for Training Restricted Boltzmann Machines / X. Ma; X. Wang // Entropy. – 2016. – Vol. 18, № 2. – p. 35.

3. Tieleman T. Training restricted Boltzmann machines using approximations to the likelihood gradient / T. Tieleman // International Conference on Machine learning : 5–9 July 2008 : proceedings. – Helsinki : ACM, 2008. – P. 1064–1071.

4. Tieleman T. Using fast weights to improve persistent contrastive divergence. / T. Tieleman, G. Hinton // 26th International Conference on Machine Learning (ICML) : 14–18 June 2009 : proceedings. – Montreal : ACM, 2009. – P. 1033–1040.

УДК 004.9

**Ю.А. Прокопчук**

Д-р техн. наук, доцент, проф.

*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, ИТМ  
НАН Украины и ГКА Украины, Днепр*

## ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ

**Введение.** В последние годы идет активный поиск оснований *общей теории управления* [1-9]. Анализ показывает, что имеется значительная область, непосредственно связанная с управлением и принятием решением, которая формальными методами практически не исследуется. Это область - «адаптивное бессознательное» [6] или *интуиция*. Даниэль Канеман (Daniel Kahneman, лауреат Нобелевской премии по экономике) считает интуицию ключевым фактором, определяющим поведение человека. Он выделил основные характеристики интуитивной модели принятия решения [3]: 1. Высокая скорость по сравнению с рациональным процессом мышления. 2. Одновременность и целостность видения проблемы или ситуации. 3. Автоматизм, неконтролируемость процессов интуитивной работы. 4. Легкость проявления. 5. Ассоциативная природа интуиции. 6. Накопление или «созревание» способности к внутреннему видению (изменяющей саму систему управления). Точку зрения Канемана поддерживают и другие исследователи [4, 5, 6]. Однако работа [2] показывает, что проблематика интуиции, творчества, как правило, выпадает из поля зрения «методологии управления» (или «общей теории управления»).

Бессознательное нашло отражение в предложенной Г. Уоллоком (G. Wallas) схеме этапов решения задач: 1) подготовка – формулирование задачи, попытки её решения; 2) инкубация – временное отвлечение от задачи; 3) озарение – появление интуитивного решения; 4) проверка – испытание и/или реализация решения. Выделение этапа инкубации, предшествующего решению проблемы (инсайту), со всей остротой поставило проблему понимания природы процесса на данном этапе. Естественнонаучного описания данного феномена на сегодня нет. Отсутствие такого знания привело к глубокому кризису психологию, философию познания, теорию искусственного и естественного интеллекта, психолого-экономическую теорию, когнитивные науки в целом.

**Основной материал.** Ключевой вопрос: как люди справляются с неопределенностью? Успешность и эффективность решения сложных и новых задач в сверхнеопределенной среде (ключевая когнитивная компетентность) по меткому выражению канадского исследователя М. Гладуэлла [6] зависит от овладения искусством «тонких срезов» — умения выделять из огромного числа переменных малое количество значимых факторов. Это способность нашего бессознательного находить закономерности в ситуациях и поведении, опираясь на чрезвычайно тонкие слои пережитого опыта. Необходимо понять данный феномен и построить математическую модель технологии эволюционного формирования «тонких срезов» в задачах различения (диагностики, прогнозирования) и

управления. На решение именно этой задачи в первую очередь ориентирована парадигма предельных обобщений (ППО) [7, 8].

ППО путем построения и исследования формальных моделей биологически инспирированных когнитивных архитектур и процессов нацеливает на развитие продуктивного, творческого, креативного, рефлексивного, метафорического, социального и критического мышлений в противовес заучиванию и абстрактной логике. «Критичность» в ППО рассматривается в буквальном – физическом смысле, как совокупность фундаментальных законов Универсума, включая: самоорганизованную критичность, самоорганизованную нестабильность, конкурентную критичность, «собственное поведение» (по Хайнцу фон Ферстеру), синхронизацию как критическое явление, принцип экономии, аутопоезис и т.д.

ППО раскрывает феномен естественной продуктивности, описывая формирование задачно-индукторного пространства субъекта [9]. Данное пространство является важной составляющей *генезиса феномена управление*.

**Выводы.** Когнитивные модели приобретают фундаментальную значимость благодаря своей способности органично вписываться в рамки доконцептуальной структуры. Следовательно, на первый план выходят такие качества и процессы как формирование субъективного опыта, образно-ассоциативное мышление, непрерывное различение, продуктивность, адаптивное бессознательное, интуитивные «мгновенные решения», инсайт и другие. Это все те характеристики, которые отсутствуют у современных ИС.

#### Список использованных источников

1. Философия управления: методологические проблемы и проекты. – М.: ИФРАН, 2013. – 303 с.
2. Новиков Д.А. Методология управления. – М.: Либроком, 2011. – 128 с.
3. Канеман Д. Думай медленно... решай быстро / Д. Канеман. — М.: АСТ, 2013. — 625 с.
4. Maldonato M., Dell'Orco S. Natural Logic: Exploring Decision and Intuition. – UK: Sussex Academic Press, 2011. - 112 p.
5. Gigerenzer G. Simply rational: Decision making in the real world. New York: Oxford University Press, 2015. – 328 p.
6. Гладуэлл М. Сила мгновенных решений. Интуиция как навык / М. Гладуэлл. – М. : Альпина Паблишер, 2015. – 352 с.
7. Системный анализ и управление сложными системами в условиях неопределенности / А.П. Алпатов, В.Т. Марченко, Ю.А. Прокопчук, А.П. Сарычев, С.В. Хорошилов. - Днепропетровск : ИТМ НАН и ГКА Украины, 2015. - 196 с.
8. Прокопчук Ю.А. Парадигма предельных обобщений: модели когнитивных архитектур и процессов. - Saarbrucken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 204 с.
9. Прокопчук Ю.А. Модель задачно-индукторного пространства в контексте продуктивного мышления // Тезисы XV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 14 марта 2017 года). – М: МГППУ, 2017. - с. 38 - 39.

УДК 004.8

<sup>1</sup> **В. Синеглазов**

доктор технічних наук, професор

<sup>2</sup> **О. Чумаченко**

кандидат технічних наук, доцент

<sup>3</sup> **Д. Коваль**

студент

<sup>1</sup> НАУ, Київ

<sup>2,3</sup> НТУУ “КПІ ім. І.Сікорського”, Київ

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ГІБРИДНОГО ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ СИНТЕЗУ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Вступ. В роботах [1] та [2] був запропонований метод вибору оптимальної структури глибокої нейромережі з використанням багатокритеріального еволюційного алгоритму. Дана робота присвячена вдосконаленню роботи наведеного алгоритму на базі спостережень, отриманих внаслідок проведення численних практичних експериментів.

**Основна частина.** Особливості розробленого алгоритму:

- перехід від обмежень до додаткових критеріїв;
- використання концепції Парето-оптимальності, домінування та щільності розв’язків для обчислення пристосованості рішення;
- використання особливого типу кроссовера - neighborhood crossover;
- підтримка зовнішньої множини індивідів (архіву) для реалізації елітизму;
- кластеризація отриманого розв’язку для ліквідації згустків точок та підвищення репрезентативності рішення;
- “лікування хромосом” на області початкових обмежень для уточнення рішень.

В якості основних вдосконалень виступають адаптивний підхід до вибору ймовірностей схрещування і мутації та “стягнення” рішень в область допустимих значень на останніх ітераціях пошуку.

### Адаптивний підхід до вибору ймовірностей схрещування

Практичні експерименти демонструють, що ймовірності схрещування і мутації мають критичне значення для успіху генетичних алгоритмів [3]. Визначення ймовірностей схрещування і мутації, що повинні використовуватися, як правило, здійснюється за допомогою методу проб і помилок. Оптимальні значення цих ймовірностей варіюються між різними задачами та навіть на різних стадіях генетичного пошуку.

У класичному генетичному алгоритму генетичні оператори, такі як схрещування і мутації, виконуються з постійною ймовірністю. Різні значення ймовірностей схрещування і мутації можуть, однак, краще чи гірше “дослідити” різні напрямки пошуку в просторі станів, тим самим впливаючи на продуктивність застосовуваного генетичного алгоритму. Насправді, загальна продуктивність генетичного алгоритму залежить від підтримки прийняттого рівня продуктивності протягом процесу еволюції. Таким чином, оптимальним є використання

генетичного алгоритму, який пристосовується до продуктивності пошуку на кожній ітерації та “адаптує” свої ймовірності схрещування та мутації.

У вдосконаленій версії алгоритму використовується адаптивний підхід для визначення ймовірностей схрещування і мутації. Його суть полягає в наступному: динамічно регулювати параметри генетичного алгоритму (ймовірності схрещування та мутації) на кожній ітерації відповідно до міри ефективності кожного оператора на даному етапі пошуку. Для того, щоб оцінити ефективність генетичного оператора, аналізується його здатність продукувати потомків з кращою пристосованістю.

#### Стягнення рішень в допустиму область

Як показали дослідження, приведення умовної задачі до безумовної з додатковими критеріями та її розв’язання еволюційними алгоритмами належним чином не вирішує проблему знаходження множини Парето: значна кількість отриманих рішень не належить області допустимих значень. Звідси випливає висновок, що необхідно якимось чином “стягувати” недоміновані точки в допустиму область. Для цього використовується інформація, про обмеження вихідної задачі, що не відкидаються, а враховуються при оптимізації поряд з цільовими функціями.

Як показали експерименти, найкраще процедуру “стягнення” знайдених рішень в допустиму область виконувати на завершальному етапі роботи еволюційного алгоритму, коли обмеження грають навіть більшу роль, ніж цільові функції.

Представивши вихідну умовну задачу у вигляді безумовної задачі з розширеним набором критеріїв, певну кількість ітерацій, а саме 90% (значення отримано в результаті досліджень) від загального заданого числа ітерацій вирішується перетворена багатокритеріальна задача оптимізації. Щоб в результаті отримати якомога більше точок, що належать допустимій області, подальший оптимізаційний процес (10% від загального числа поколінь) триває вже без урахування цільових функцій вихідної задачі. Тобто, пошук рішення проводиться тільки за функціями-обмеженнями, що переводить більшу частину популяції в допустиму область.

**Висновки.** Експериментальні результати показують, що запропоновані удосконалення суттєво підвищують ефективність роботи розробленого алгоритму і покращують якість знайдених рішень.

#### **Список використаних джерел**

1. Коваль Д.Ю., Чумаченко О.І. Гібридний еволюційний алгоритм формування топології глибокої нейромережі [Текст]// «Інформаційні технології та комп’ютерне моделювання». – 2016. – с.20-22
2. Д.Ю. Коваль, В.М. Синеглазов, О.І. Чумаченко. Синтез оптимальної структури глибокої нейронної мережі [Текст]// “Штучний інтелект”. - 2016. - 3-4’2016. - с.48-53
3. Т. Väick. Optimal mutation rates in genetic search// Proceedings of the Fifth International Conference on Genetic Algorithms. - 1993. - pp. 2-8.

УДК 004.93:514.142

**А.Е. Соколов**

К.т.н., доцент, доцент кафедры информационных технологий

Херсонский национальный технический университет, г. Херсон

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА ИНФОРМАЦИИ

**Вступ.** При проектировании систем компьютеризированного (машинного) обучения и самообучения необходимо моделировать информационные процессы [1]. При этом одной из основных проблем является определение методов оценки количества информации. Несмотря на существующие многочисленные методы определения количества информации, единого подхода к решению этой проблемы нет.

Учитывая математически очевидную зависимость [2]:

$$I = I(P) \Leftrightarrow P = P(I)$$

можно считать, что вероятность события зависит от информации, т.е. информация - причина события. Предполагая аналитичность функции, получаем:

$$P = P_0 + \frac{1}{1!} \frac{dP}{dI}|_{I=I^*} \Delta I + \frac{1}{2!} \frac{d^2 P}{dI^2}|_{I=I^*} \Delta I^2 + \dots + R,$$

где:  $P_0$  – вероятность до прихода нового сообщения;  $I^*$  - информация в ранее принятом сообщении;  $\Delta I$  приращение информации с новым сообщением.

Ограничившись линейным приближением количества информации  $\Delta I = P^{-1}(\Delta P)$  (для  $P_0=0$ ), используя функцию плотности вероятности  $f(I): \frac{dP}{dI} = f(I)$ ,

можно найти связь между вероятностью и информацией:

$$dP = f(I)dI.$$

Для нахождения плотности распределения  $f(I)=-\alpha P(I)$  необходимо исследование процесса и проверка гипотезы о распределении. Затем получаем дифференциальное уравнение для данного процесса. Так, если процесс подчиняется уравнению органического роста  $\frac{dP}{dI} = -\alpha P$ , то получим известную меру

Хартли [3]:

$$\int \frac{dP}{P} = -\alpha \int dI, \quad \rightarrow \quad I = -\frac{1}{\alpha} \ln P.$$

Таким образом, гипотеза  $f(I)=-\alpha P(I)$  порождает информационное пространство с нормой  $\|I_a\| = -\log_c P_a$  и метрикой  $a(I_k, I_m) = -\log_c P(a_k / a_m)$ , где энтропия определяется ожидаемой информацией:  $H_a = M\{I_a\}$ .

Так как функция распределения определяется процессом, в каждом конкретном случае необходимо определяться с функцией распределения. В теории информационных систем рассматриваются задачи ожидания, сбора, хранения информации и так далее, но мера Хартли адекватна только задаче передачи информации для канала связи.



При рассмотрении типовых процессов, описываемых в информационном пространстве, получены следующие результаты.

В случае ожидания события (например, приход синхросигнала или ожидание завершения процесса):

$$\frac{dP}{dI} = \alpha, \rightarrow I = \frac{1}{\alpha} P.$$

Для процесса сбора информации от множества источников (для интервала  $(\alpha, \beta)$ ) получаем норму:

$$\|\Delta I\| = \left[ \Phi \left( P_x, \frac{I_\beta - mI}{\sigma} \right) - \Phi \left( P_x, \frac{I_\alpha - mI}{\sigma} \right) \right]^{-1}.$$

А метрику - как доверительный интервал для отклонения:

$$a(I, I^*) = \left[ \frac{1}{\sigma_I} \left( \Phi \left( P_{I^*}, \frac{I_\beta - m^* I}{\sigma^*} \right) - \Phi \left( P_{I^*}, \frac{I_\alpha - m^* I}{\sigma^*} \right) \right) \right]^{-1}.$$

Важным свойством информационного пространства является возможность построения его не только над вероятностным пространством, но и для детерминированных процессов, например, для задачи оптимального хранения информации. В этом случае информация связана с достижением определенной цели, заданной конкретной целевой функцией  $f_i = f_i(I_i)$ . Несложные преобразования приводят к норме и метрике:

$$\|I\| = I_m \sqrt{\frac{f}{f_m}}, \quad a(I_x, I_y) = I_m \sqrt{\frac{f_{x/y}}{f_m}}.$$

**Выводы:** 1. При проектировании систем компьютеризированного (машинного) обучения и самообучения одной из основных проблем является определение методов оценки количества информации, и единого подхода к решению этой проблемы нет. 2. Определение информации как причины события позволило рассматривать нормированное метрическое информационное пространство, при этом теория информационных систем получает единый механизм анализа и синтеза. 3. Единство подхода к определению нормы и метрики в информационном пространстве создает основу для дальнейшего развития теории информации. 4. Сложность и многообразие информационных процессов выдвигает требование определения нормы и метрики для каждого конкретного процесса, что естественно усложняет теорию, но обеспечивает адекватность методов расчета.

#### Список использованных источников

1. Соколов А.Є. Підхід до моделювання процесу комп'ютеризованого навчання / А.Є.Соколов, О.В.Соколова // Молодь у світі сучасних технологій: наук.-практ. конф., 26-27 квітня 2012р., матеріали.-Херсон, 2012. С.-257-260.

2. Яглом А.М. Вероятность и информация / А.М.Яглом, И.М.Яглом – Изд. 5-е, стереотипное. - М.: КомКнига, 2007. - 512 с.

3. Hartley R. V. L. Transmission of information / Hartley R. V. L. // Bell System Technical Journal – 7. – 1928. –С. 535 -563.

УДК 519.6

**<sup>1</sup>Ю. Стертен**

канд. техн. наук

**<sup>2</sup>А.А. Верлань**

канд. техн. наук, доцент

**<sup>3</sup>Ю.О. Фуртат**

канд. техн. наук

<sup>1</sup>Норвежский национальный университет науки и технологии, г. Гйовик, Норвегия<sup>2</sup>НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского», г. Киев, Украина<sup>3</sup>ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАНУ, г. Киев, Украина

## СПОСОБ РАЗНОСТНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Одним из методов дискретизации непрерывных моделей является преобразование Жюри [1], при котором изображение  $F(z)$  дискретной функции-оригинала  $f(nh)$  имеет следующий вид:

$$F(z) = \sum_{n=0}^{\infty} f(nh)z^{-n},$$

где  $n$  — аргумент функции оригинала (формально — номер шага дискретизации  $A$ );  $z$  — аргумент функции-изображения.

Преобразование Жюри удобно использовать при построении рекуррентных формул для численного определения значений функции-оригинала в эквидистантных узлах дискретизации. Достаточно вычислить значение функции в нескольких начальных узлах. По такому принципу работают цифровые фильтры. Они позволяют в реальном времени имитировать сложные динамические объекты, т. е. вычислять реакцию этого объекта на произвольный входной сигнал. Очередное значение выходного сигнала определяется на основе нескольких значений входа и выхода объекта в предыдущие моменты времени дискретизации. Важное достоинство преобразования Жюри — простота осуществления обратного преобразования, приводящего к рекуррентным формулам.

Рассмотрим непрерывный оператор  $1/(Tp + 1)$  в пространстве изображений по Лапласу, которому соответствует дискретный оператор  $(1 - g)z/(z - g)$ ,  $g = \exp(-h/T)$  в пространстве  $z$ -изображений. Выходной сигнал  $Y$  инерционного звена связан с входным сигналом  $X$  уравнением в изображениях по Лапласу

$$Y(p) = V(p)X(p), \quad V(p) = 1/(Tp + 1),$$

где  $T$  — постоянная времени инерционного звена. Произведению двух функций в изображениях соответствует свертка двух функций в оригиналах, которая сводится к проблеме реализации интегрального оператора Вольтерры

$$y(t) = \int_0^t V(t-s)x(s)ds.$$

По таблице преобразований Лапласа найдем функцию ядра  $V(t)$  в оригиналах. Приведем функцию  $V(p)$  в изображениях к табличному виду:

$$V(p) = (1/T)/(p + (1/T)).$$

Ей в оригиналах соответствует

$$V(t) = (1/T)\exp(-t/T).$$

Следовательно, прохождению сигнала через инерционное звено в оригиналах соответствует операция свертки функции этого сигнала с ядром в виде экспоненциальной функции.

Дискретизируем время  $t$  с шагом  $h$  и перейдем к дискретной свертке:

$$y(nh) = \sum_{k=0}^n v((n-k)h)x(kh)h.$$

Заметим, что значению  $ds$  в непрерывном операторе соответствует шаг  $h$  в дискретном операторе. Таким образом,  $v(nh) = (h/T)\exp(-nh/T)$ . В  $z$ -изображениях получим

$$Y(z) = V(z)x(z), \quad V(z) = (h/T) z/(z - g), \quad g = \exp(-h/T).$$

Перейдем к дискретным оригиналам посредством теоремы о сдвиге

$$\begin{aligned} Y(z)(z - g) &= (h/T)zx(z), \\ Y(z)(1 - gZ^{-1}) &= (h/T)x(z), \\ Y(z) &= gZ^{-1} Y(z) + (h/T)x(z), \\ y_n &= gy_{n1} + (h/T)x_n, \quad y_n = y(nh), \quad x_n = x(nh), \\ y_n &= gy_{n1} + (1 - g)x_n. \end{aligned}$$

Очередное значение дискретного выходного сигнала вычисляется на основе текущего значения входного сигнала и одного предыдущего значения выходного сигнала. Возвращаясь к  $\zeta$ -изображениям, получаем  $V(z) = (1 - g) \cdot z/(z - g)$ . Таким образом, от изображений по Лапласу можно перейти к  $z$ -изображениям посредством замены:

$$1/(Tp + 1) \Rightarrow (1 - g) \cdot z/(z - g), \quad g = \exp(-h/T).$$

Таким образом, можно сделать вывод о том, что вместо привычных операций интегрирования или дифференцирования для построения динамических моделей непрерывных объектов целесообразно применение более сложных операций в виде сверток с экспоненциально-степенными ядрами. Это обеспечивает повышение точности численной реализации динамических моделей.

#### Список использованных источников

1. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы. Ч. 1. / У.М. Сиберт // М.: Мир, 1988. 336 с.

УДК 004.82:004.43

**Д.О. Терлецький**

Асистент

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, факультет комп'ютерних наук та кібернетики, кафедра інформаційних систем, м. Київ***УЗАГАЛЬНЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ НЕОДНОРІДНИХ КЛАСІВ ОБ'ЄКТІВ**

**Вступ.** Протягом останніх десятиліть ефективне представлення знань є важливою задачею в області проектування та розробки інтелектуальних інформаційних систем (ИС) на основі знань. Процес створення таких систем зводиться до реалізації певної моделі представлення знань (МПЗ) за допомогою деякої мови програмування. На сьогодні найпопулярнішою парадигмою програмування є об'єктно-орієнтоване програмування (ООП), яке дозволяє в певному сенсі поєднати МПЗ та мову її реалізації в рамках мови програмування. Одним із центральних понять ООП є поняття класу, яке визначає деякий абстрактний прототип для створення конкретних об'єктів певного типу [1, 2]. Однак концепція класу в ООП має певні недоліки [3], які впливають на ефективність представлення знань, у зв'язку з чим її узагальнення та розширення є актуальною задачею.

**Однорідні класи об'єктів.** Концепція класу в ООП дозволяє створювати об'єкти певного класу, які мають специфікацію, аналогічну до специфікації їхнього класу, і до них можна застосовувати лише методи, які визначені в його сигнатурі [1, 2]. Таким чином, використовуючи один об'єктно-орієнтований клас, не можливо створити об'єкти різних типів, оскільки усі класи в рамках ООП є *однорідними*, так як описують лише однотипні об'єкти [3].

**Неоднорідні класи об'єктів.** Однак існують об'єкти, що одночасно належать до декількох класів, і при потребі працювати з їх моделями в рамках однієї програми потрібно описувати окремий клас для кожного нового типу об'єктів. Якщо таких класів багато, то процес їх визначення стає досить тривалим, при цьому зростають розміри програмних кодів та складність їх верифікації, а швидкодія таких програм знижується. Тому для вирішення цієї проблеми була запропонована концепція неоднорідного класу об'єктів (НОК) [3, 4], яка дозволяє визначати два і більше типів в рамках одного класу.

Однорідні класи (ОК) об'єктів дозволяють визначити лише один тип об'єктів в рамках одного класу, тому у цьому випадку поняття *клас* і *тип* є еквівалентними. Однак у випадку НОК ці поняття мають різні значення. Іншими словами, неоднорідний клас об'єктів описує певну множину типів об'єктів. У зв'язку з цим варто визначити поняття типу в рамках НОК.

**Означення 1.** Тип  $t_i$ ,  $i = \overline{1, n}$  неоднорідного класу об'єктів  $T_{t_1, \dots, t_n}$  – це однорідний клас об'єктів виду  $t_i = (Core(T_{t_1, \dots, t_n}), pr_i(A_i))$ , де  $Core(T_{t_1, \dots, t_n})$  – це ядро класу  $T_{t_1, \dots, t_n}$ , а  $pr_i(A_i)$  – його  $i$ -та проекція.

**Багатоядерні неоднорідні класи об'єктів.** Згідно з означенням НОК, ядро класу містить лише властивості та методи, які є спільними для всіх типів класу, а проекції класу містять властивості та методи, які є характерними лише для

конкретних типів. Однак іноді трапляються ситуації, коли декілька проєкцій можуть містити еквівалентні властивості та методи, які не потрапили до ядра класу, оскільки є характерними не для всіх типів класу. У такому випадку відбуватиметься дублювання цих властивостей та методів. Для того, щоб запобігти цьому та дещо оптимізувати структуру класу, введемо поняття ядра рівня  $m$ .

**Означення 2.** Ядро рівня  $m$  неоднорідного класу об'єктів  $T_{t_1, \dots, t_n}$  – це кортеж виду  $Core^m(T_{t_1, \dots, t_n}) = (P(T_{t_1, \dots, t_n}), F(T_{t_1, \dots, t_n}))$ , де  $t_1, \dots, t_m$  – це довільні  $m$  типів з множини типів  $\{t_1, \dots, t_n\}$ , де  $1 \leq m \leq n$  і  $1 \leq i_1 \leq \dots \leq i_m \leq n$ , а  $P(T_{t_1, \dots, t_m})$  та  $F(T_{t_1, \dots, t_m})$  – це специфікація та сигнатура ядра неоднорідного класу об'єктів  $T_{t_1, \dots, t_n}$ , які містять властивості та методи спільні для усіх об'єктів типів  $t_{i_1}, \dots, t_{i_m}$ .

Оскільки не всі типи НОК можуть мати спільні властивості або (та) методи, то НОК, який визначає  $n$  типів об'єктів, може мати  $k$  ядер рівня  $m$ , де  $0 \leq k \leq C_n^m$ . Враховуючи це, визначимо концепцію багатоядерного неоднорідного класу об'єктів (БНОК).

**Означення 3.** Багатоядерний неоднорідний клас об'єктів  $T_{t_1, \dots, t_n}$  – це кортеж виду

$$T_{t_1, \dots, t_n} = (Core_1^n(T_{t_1, \dots, t_n}), Core_1^{n-1}(T_{t_1, \dots, t_n}), \dots, Core_{k_{n-1}}^{n-1}(T_{t_1, \dots, t_n}), \dots, Core_1^1(T_{t_1, \dots, t_n}), \dots, Core_{k_1}^1(T_{t_1, \dots, t_n}), pr_1(t_1), \dots, pr_n(t_n)),$$

де  $Core_1^n(T_{t_1, \dots, t_n})$  – це ядро рівня  $n$  класу  $T_{t_1, \dots, t_n}$ ,  $Core_{i_{n-1}}^{n-1}(T_{t_1, \dots, t_n})$  – це  $i_{n-1}$  ядро рівня  $n-1$  класу  $T_{t_1, \dots, t_n}$ , де  $i_{n-1} = \overline{1, k_{n-1}}$  і  $k_{n-1} \leq C_n^{n-1}$ ,  $Core_{i_1}^1(T_{t_1, \dots, t_n})$  – це  $i_1$  ядро рівня 1 класу  $T_{t_1, \dots, t_n}$ , де  $i_1 = \overline{1, k_1}$  і  $k_1 \leq C_n^1$ ,  $pr_i(t_i)$  – це  $i$ -та проєкція класу  $T_{t_1, \dots, t_n}$ , яка містить властивості та методи характерні лише для типу  $t_i$ , де  $i = \overline{1, n}$ .

**Висновки.** Запропонована концепція БНОК дозволяє уникати дублювання еквівалентних властивостей і методів у специфікаціях та сигнатурах класів у випадках, коли типи, які визначаються в рамках НОК, мають спільні (еквівалентні) властивості або (та) методи. Такий підхід дозволяє ефективніше представляти знання в рамках об'єктно-орієнтованого підходу та якісно розширює концепції ОК та НОК.

#### Список використаних джерел

1. Craig I.D. Object-Oriented Programming Languages: Interpretation. Undergraduate Topics in Computer Science. – Springer, 2007.
2. Booch G., Maksimchuk R.A., Engle M.W. et al. Object-Oriented Analysis and Design with Applications – 3 ed. – Addison-Wesley Professional, 2007.
3. Terletsky D.O., Provotar O.I. Mathematical Foundations for Designing and Development of Intelligent Systems of Information Analysis / D.O. Terletsky, O.I. Provotar // Problems in Programming. – 2014. – Vol. 15, no. 2–3. – P. 233–241.
4. Terletsky D.O., Provotar O.I. Object-Oriented Dynamic Networks / D.O. Terletsky, O.I. Provotar // Computational Models for Business and Engineering Domains / Ed. by G. Setlak, K. Markov. – ITHEA, 2014. – Vol. 30 of International Book Series Information Science & Computing. – P. 123–136.

УДК 519.14+519.168

**Н.К. Тимофієва**

Д.т.н., с.н.с., п.н.с.

*Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем  
НАН та МОН України, Київ*

## **ПРО КОМБІНАТОРНУ ПРИРОДУ ДЕЯКИХ ЗАДАЧ З ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

**Вступ.** Задачі обчислювального інтелекту складні за своєю природою та не завжди піддаються формалізації. Системний аналіз показує, що переважна їхня частина при знаходженні оптимального розв'язку потребує перебору варіантів. Перебірним же задачам властива комбінаторна природа. Цю властивість можна дослідити, змодельовавши оговорені задачі в рамках теорії комбінаторної оптимізації. Тобто, багато прикладних задач з обчислювального інтелекту зводяться до задач комбінаторної оптимізації.

**Основна частина.** Відомі методи моделювання не завжди пояснюють перебірну природу задач обчислювального інтелекту. При моделюванні цільової функції за її аргумент, як правило, приймають вхідні дані. Детальний аналіз задач цього класу показує, що аргументом цільової функції в них є комбінаторні конфігурації різних типів. До того ж в задачах цього класу комбінаторні конфігурації можуть бути і вхідними даними. Використання теорії комбінаторної оптимізації дозволяє встановити їхню комбінаторну природу, сформулювати цільову функцію в явному вигляді, виявити характерні ознаки, за якими встановлюється подібність задач як комбінаторної оптимізації так і обчислювального інтелекту.

До задач комбінаторної оптимізації зводяться розпізнавання та синтез мовленнєвих сигналів [1], сегментація цього сигналу на майже періодичні та неперіодичні ділянки, задача клінічної діагностики. В цих задачах аргументом цільової функції виступають різні типи вибірок (розміщення з повтореннями та без повторень, сполучення без повторень). Вхідними даними в них є розміщення з повтореннями. Завдяки цій комбінаторній конфігурації задачі обчислювального інтелекту характеризуються нечіткою вхідною інформацією.

В задачах розпізнавання (самонавчання, розпізнавання текстів) виникає задача, яку називають таксономією. Її відносять до задач класифікації та систематизації складно організованих областей діяльності, які мають ієрархічну побудову. Математично таксономією є деревовидна структура класифікацій певного набору об'єктів. Деякі автори зводять її до задачі про купу каміння [1].

Як правило, при моделюванні задачі класифікації аргументом цільової функції вважають вхідні дані. Якщо змодельувати цю задачу в рамках теорії комбінаторної оптимізації, можна побачити, що вона відноситься до класу задач розбиття, аргументом цільової функції в яких є розбиття  $N$ -елементної множини  $A$  на підмножини з повтореннями. В задачі класифікації виділимо такі підзадачі:

а) задано скінченну базову множину  $A$ . Класи можуть бути як задано так і не задано. Необхідно розподілити елементи базової множини по класах так, щоб останні не перетиналися. Ця задача зводиться до задачі кластеризації;

б) задано скінченну базову множину  $A$ . Класи можуть бути як задано так і не задано. Елементи множини  $A$  розподіляються так, що один елемент може належати різним класам. В даному разі аргументом цільової функції є розбиття  $n$ -елементної множини  $A$  на підмножини з повтореннями;

в) задано нескінченну базову множину, частина елементів якої відома, а частина визначається в процесі розв'язання задачі, тобто інформація поступає в процесі розв'язання задачі та змінюється в часі. Аргументом цільової функції в ній є часткове розбиття нескінченної множини  $A$  на підмножини з повтореннями. В цьому разі уводиться часткова цільова функція і часткове розбиття.

Оскільки для перших двох задач розбиття утворюється з елементів скінченної множини, яке характерне для задачі кластеризації, розглянемо аргумент цільової функції для третьої задачі. Уведемо базову нескінченну множину  $\tilde{A}$ , в якій елементи  $\tilde{a}_s$  для  $s = 1, n$  задано, а для  $s > n$  визначаються в процесі розв'язання задачі. З відомих елементів  $\tilde{a}_r \in \tilde{A}$ ,  $r = \overline{1, q}$ , утворюємо часткове розбиття множини  $\tilde{A}$  на  $\eta$  підмножин (блоків)  $\rho = (\rho_1, \dots, \rho_\eta)$ ,  $q > n$  – кількість відомих елементів. Тоді множина підмножин  $\rho = (\rho_1, \dots, \rho_\eta)$  має такі характеристики:  $\rho_1 \cup \dots \cup \rho_\eta = \tilde{A}$ ,  $\rho_p \cap \rho_l = \emptyset$  або  $\rho_p \cap \rho_l \neq \emptyset$ ,  $p \neq l$ ,  $\rho_p \neq \emptyset$ ,  $p, l \in \{1, \dots, \eta\}$ . Непуста підмножина  $\rho_p = \{a_1, \dots, a_{\xi_p}\}$  може мати від 1 до  $q'$  елементів ( $\xi_p \in \{1, \dots, q'\}$ ),  $\eta \in \{1, \dots, q\}$ ,  $q' > q$ ,  $\tilde{a}_r = \tilde{a}_s$  або  $\tilde{a}_r \neq \tilde{a}_s$ ,  $\tilde{a}_r, \tilde{a}_s \in \rho_p$ ,  $r, s \in \{1, \dots, \xi_p\}$ . Їхню множину позначимо  $\tilde{\Theta}$ .

В цій задачі оцінка результату проводиться за частковими цільовими функціями, аргументом якої є часткове розбиття нескінченної множини на підмножини з повтореннями  $\rho^k$ , тобто  $F(\rho^{k*}) = \underset{\rho^k \in \Theta}{extr} F(\rho^k)$ .

**Висновок.** Моделювання задач з обчислювального інтелекту в рамках теорії комбінаторної оптимізації показує, що вони мають комбінаторну природу, аргументом цільової функції в яких є комбінаторні конфігурації різних типів. В таких задачах як розпізнавання природних сигналів (мовленнєвих, електрокардіограм, енцефалограм) вхідними даними є розміщення з повтореннями. Ця комбінаторна конфігурація одночасно –скінченна та нескінченна. Завдяки цій властивості вхідні дані в оговорених задачах мають нечітку структуру.

#### Список використаних джерел

1. Винцюк Т.К. Анализ, распознавание и интерпретация речевых сигналов / Т.К. Винцюк.– К.: Наукова думка, 1987. – 262 с.

УДК 004.8; 004.832.32.

**Н.П.Тмєнова**

Кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інтелектуальних та інформаційних систем

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ*

## **ПРОБЛЕМИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ АВТОМАТИЧНОЇ ОБРОБКИ ТЕКСТІВ**

У зв'язку з величезними обсягами електронних документів зростає потреба в обробці неструктурованої текстової інформації та підвищенні якості й ефективності наявних методів обробки текстів.

До напрямків обробки неструктурованої текстової інформації, які активно розвиваються, входять такі завдання, як пошук інформації, фільтрація, рубрикація і кластеризація документів, пошук відповідей на питання, автоматичне анотування документа і групи документів, пошук схожих документів і дублікатів, сегментування документів тощо [1].

Одними з основних підходів до обробки і аналізу текстів природною мовою є статистичний і лінгвістичний підходи.

В основі статистичного підходу лежить припущення, що зміст тексту відображується за допомогою слів, які найбільш часто зустрічаються в документі. Суть статистичного аналізу полягає в підрахунку кількості входжень слів в документ. Головний недолік статистичних методів полягає в неможливості обліку зв'язності тексту, а уявлення тексту як простої множини слів є недостатнім для відображення його змісту.

До того ж, як свідчить практика, статистичні методи аналізу тексту, на яких до цього часу були сконцентровані зусилля розробників інтелектуальних систем обробки текстів, досягли своєї межі. Подальше ускладнення математики без залучення серйозних лінгвістичних досліджень не дасть змоги помітно поліпшити якість подібних систем.

Подолати певні недоліки статистичних методів дозволяє використання лінгвістичних методів аналізу тексту. Існують такі рівні лінгвістичного аналізу: графематичний, морфологічний, синтаксичний, семантичний. Результати роботи кожного рівня використовуються наступним рівнем аналізу в якості вхідних даних. Але тут з'являються інші проблеми. Так, при збільшенні кількості слів в реченні процедура синтаксичного аналізу тексту стає досить трудомісткою. Розробки ж в області семантичного аналізу тексту пов'язані з областю штучного інтелекту, що робить акцент на смисловому розумінні тексту. На даний момент успіхи в цьому напрямку досить обмежені. Розроблені семантичні аналізатори мають високу обчислювальну складність і видають неоднозначні результати [2].

Однак навіть при обмеженості більшості сучасних синтаксичних аналізаторів тексту, які працюють без залучення семантики, є всі підстави стверджувати, що їх включення спроможне підвищити точність роботи



статистичних аналізаторів, а також відкрити якісно нові можливості, залишаючись у рамках розумних обмежень на обчислювальні ресурси [3].

Варто наголосити ще на одній проблемі: недостатнє застосування лінгвістичних і онтологічних знань, що використовуються в додатках інформаційного пошуку і автоматичної обробки текстів, призводить до різноманітних проблем, таких як нерелевантний пошук, неякісна рубрикація і реферування документів. Ці проблеми посилюються в спеціалізованих видах інформаційного пошуку, таких як медичний, патентний, науковий пошук.

В той час впровадження додаткових обсягів лінгвістичних і онтологічних знань в сучасні методи автоматичної обробки текстів є складним завданням.

Це пов'язано з тим, що такі знання необхідно описувати в спеціально створюваних комп'ютерних ресурсах (тезаурусах, онтологіях), які повинні містити описи десятків тисяч слів і словосполучень. При застосуванні таких ресурсів зазвичай необхідно автоматично вирішувати проблему багатозначності слів, тобто вибирати правильне значення. Крім того, оскільки ведення будь-яких ресурсів відстає від розвитку предметної області, необхідно розвивати комбіновані методи, що враховують як знання, так і кращі сучасні статистичні методи обробки текстів [4].

#### **Список використаних джерел**

1.Большакова Е.И., Клышинский Э.С., Ландэ Д.В., Носков А.А., Пескова О.В., Ягунова Е.В. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика: учеб. пособие. М.: МИЭМ, 2011. 272 с.

2.Диковицкий В. В., Шишаев М. Г. Обработка текстов естественного языка в моделях поисковых систем // Сборник научных трудов. — 2010. — С.30.

3.Анисимов А.В., Марченко А.А. Система обработки текстов на естественном языке // Искусственный интеллект. – 2002. – № 4. – С. 157-163.

4.Добров Б.В., Лукашевич Н.В. Лингвистическая онтология по естественным наукам и технологиям для приложений в сфере информационного поиска // Ученые записки Казанского Государственного Университета. Серия Физико-математические науки. – 2007. – т.149. книга 2.– С.49-72.

УДК 004.9:519.816

<sup>1</sup> С.Г. Удовенко

д.т.н., проф., завідувач кафедри інформатики та комп'ютерної техніки

<sup>2</sup> Л.Е. Чала

к.т.н., доц., доцент кафедри штучного інтелекту

<sup>1</sup>Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, Харків<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

## ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ШАБЛОНІВ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА

**Вступ.** Задачі створення шаблонів інтерфейсу інформаційної системи (ІС) слід віднести до класу слабоструктурованих задач з нечіткими обмеженнями, які істотно залежать від зовнішніх факторів (наприклад від вимог користувача дизайну інтерфейсу, архітектури інтерфейсу, цілей використання) та суб'єктивних переваг особ, що приймають рішення. Для генерації моделей програмних інтерфейсів користувача доцільним є розроблення спеціалізованої експертної системи. В доповіді розглядається задача побудови шаблонів інтерфейсу ІС як задача прийняття групових рішень в умовах невизначеності з використанням модифікованого методу аналізу ієрархій [1, 2].

**Основна частина.** Розроблений програмний модуль реалізує функції експертної системи, що генерує шаблони інтерфейсів користувача як форми для мобільних, десктопних та веб-додатків. В системі задано початкову сукупність критеріїв побудови інтерфейсів та передбачено можливість внесення нових критеріїв та редагування правил для них. Результатом роботи системи є прийняття групового рішення щодо вибору необхідного шаблону інтерфейсу. Після введення експертами значень критеріїв згідно з методом аналізу ієрархій (МАІ) обчислюються пріоритети елементів на основі парних порівнянь елементів кожного рівня з пов'язаними з ними елементами вищого рівня. Глобальні пріоритети обчислюються на завершальному етапі методу. На виході системи формується правило прямого логічного висновку, яке заноситься до бази даних, де зберігаються критерії, правила та результати опиту експертів, що в подальшому використовуються як шаблони відповідей.

Розглянута методика була протестована на прикладі вибору шаблонів інтерфейсу конкретних інформаційних систем. Зокрема, для однієї з тестових задач експертною системою було відібрано 8 шаблонів інтерфейсу  $\{A_1, \dots, A_8\}$ : Two Panel Selector (двохпанельний селектор); Canvas Plus Palette (полотно та палітра); One-Window Drilldown (занурення в одному вікні); Alternative Views (альтернативні представлення); Wizard (мастер); Extras on Demand (доповнення за вимогою); Intriguing Branches (інтригуючі відгалуження); Multi-Level Help (багаторівнева допомога). Далі експертною системою були вибрані характерні показники шаблонів інтерфейсу та отримана їх ієрархія. На основі отриманої ієрархії виконано побудову матриць попарних порівнянь (МПС) критеріїв одного рівня ієрархії між собою і альтернатив відносно критеріїв. Для усіх МПС були визначені наближена оцінка локального вектору пріоритетів  $W$ , максимальне

власне значення  $\lambda_{\max}$ , індекс узгодженості  $CI$ , відношення узгодженості  $CR$ . У таблиці 1 представлені результати розрахунку векторів локального і глобального пріоритетів для кожної з розглянутих альтернатив.

Таблиця 1 – Результати розрахунку векторів локального та глобального пріоритетів для кожної альтернативи

Альтернативи	Критерії					Глобальні пріоритети
	Навігація	Дизайн	Платформа	Архітектура	Пам'ять користувача	
	Чисельні значення вектору пріоритетів					
Two Panel Selector	0,124357	0,049423	0,063078	0,063078	0,253101	0,147273
Canvas Plus Palette	0,137644	0,095544	0,178209	0,178209	0,253101	0,189159
One-Window Drilldown	0,028420	0,173421	0,116282	0,027414	0,034728	0,120745
Alternative Views	0,251718	0,161710	0,507610	0,507610	0,191815	0,276065
Wizard	0,181936	0,164218	0,021941	0,121941	0,191815	0,166581
Extras on Demand	0,102345	0,329105	0,129162	0,129162	0,110169	0,220922
Intriguing Branches	0,041240	0,010450	0,032741	0,023482	0,127434	0,108456
Multi-Level Help	0,131340	0,103480	0,034582	0,123742	0,184592	0,198372

Найкращою альтернативою є, згідно з таблицею 1, альтернатива  $A_4$  (Alternative Views – Альтернативні представлення). Це мультиплатформений інтерфейс, що дозволяє користувачеві налаштувати стиль інтерфейсу, має складну структуру і навігацію, характеризується суттєвим навантаженням на призначену для користувача пам'ять.

**Висновки.** Запропонована експертна система призначена для розробників інформаційних систем з метою визначення типу майбутнього інтерфейсу користувача на етапі передпроектного обстеження. Експертна система використовує модифікований метод аналізу ієрархій, що дозволяє приймати групові рішення в слабоструктурованій предметній області, зокрема, для проектування інтерфейсів користувача ІС.

#### Список використаних джерел

1. Згуровский М.З. Модифицированный метод анализа иерархий [Текст] / М.З. Згуровский, А.А. Павлов, А.С. Штанькевич // Системні дослідження та інформаційні технології – 2010. – № 1. – С.7–25.
2. Миронова Н.А. Информационная технология коллективного экспертного оценивания [Текст] / Н.А. Миронова, Т.В. Юр // Электротехнические и компьютерные системы – 2015. – №19 (95) – С.195–200.

УДК 681.3:004.93

**Ю.П. Чаплінський**

к.т.н., с.н.с., с.н.с.

*Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ*

## **КОНТЕКСТ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

**Вступ.** Сучасні підходи до прийняття рішень вимагають використовувати не тільки особливості дійсності, які є найважливішими для конкретної ситуації прийняття рішень або задачі прийняття рішень, а розглядати різні аспекти прийняття рішень, які можуть бути змодельовані та досліджені один незалежно від одного та можуть базуватися не тільки на знаннях окремої предметної області, а на деякій сукупності проблемних областей. З іншої боку прийняття рішень в багатьох систем управління описуються взаємозв'язаними задачами. При цьому необхідно враховувати поведінковий аспект, організаційний аспект, інформаційний аспект. Для цього всі знання, що використовуються, розглядаються в розрізі знань, що описують контекст, та знань, що описують контент.

Контекст є важливим фактором у процесі прийняття рішень, допомагає визначити, яка інформація необхідна для підтримки прийняття рішень та представляється множиною взаємопов'язаних компонентів. Контекст визначається як конструкція, яка складається з понять в межах відповідних контекстних областей. Таким чином, можна визначити, що контекст необхідно розглядати як динамічну множину відношень, наприклад, між людиною, їх діяльністю та умовами, в яких вони існують.

Реалізація процесів прийняття рішень та інтеграція складових прийняття рішень буде базуватися на представленні багаторівневої системи управління та прийняття рішення в ній через модель деякого контексту. Використання онтології [1] надає можливість отримання контексту, що базується на структурованих знаннях проблемної області. Під контекстом будемо розуміти будь-яку інформацію, яка може бути використана або характеризує процес розв'язання проблемних задач [2]. Онтологія контексту включає область мети/результату, область актора (людина, програмне забезпечення, технічна система), область процесу/дії, область об'єкту, область середовища, область можливостей, область засобів, область представлення, область розташування та область часу. Контекстні поняття взаємозв'язані між собою через контекстні відношення, включаючи внутрішньобласні, міжобласні та міжконтекстні відношення. Такі поняття та конструкції необхідні для того, щоб визначити, зрозуміти, структурувати та представити сутності як контексти та/або в межах контекстів, щоб зрозуміти природу, цілі та значення відповідних сутностей задач та процесу прийняття рішень. Відношення будемо поділяти на структурні (ієрархічні) та семантичні (асоціативні). До структурних відношень будемо відносити відношення: класифікація, конкретизація, узагальнення, спеціалізація, відношення *a kind of*, агрегація, декомпозиція, групування, індивідуалізація, відношення омонімії.

Асоціативні відношення дозволяють зрозуміти в якому зв'язку перебувають поняття, які описують один клас онтології, з поняттями іншого класу.

В рамках запропонованої методології підтримки прийняття рішень будемо використовувати три типи контексту: абстрактний, конкретний та контекст реалізації. Абстрактний контекст будується на підставі інтеграції знань проблемних областей, що розглядаються при прийнятті рішень. Основним призначенням абстрактного контексту є формалізація складових прийняття рішень, які будуть використовуватися при розв'язання конкретної задачі. Абстрактний контекст визначається в результаті витягання з відповідних проблемних онтологій знань, релевантних конкретній задачі, та їх подальшої інтеграції. Основним призначенням абстрактного контексту є формалізація задач, які мають бути вирішені в конкретній ситуації прийняття рішень. Конкретний контекст є екстенсіоналом абстрактного контексту (конкретизацією абстрактного контексту) для реальних умов, що визначаються через інформаційні ресурси. Контекст реалізації є конкретизацією конкретного контексту для реальних умов програмної платформи, програмних засобів, в яких функціонує система підтримки прийняття рішень, та компетенції користувачів.

Описане представлення контексту дозволяє: 1) логічно виводити новий контекст з наявних; 2) повторно використовувати контекст за допомогою застосування контекстів вищих рівнів абстракції, їх інтеграції та конкретизації для даних умов і завдань; 3) отримувати контекст більш високого рівня абстракції з даного розглянутого контексту; 4) розбивати контекст на складові його логічно пов'язані внутрішньо узгоджені контексти.

Таким чином, з точки зору СППР контекст дозволяє більш ефективно використовувати ресурси середовища, в якому функціонує система. З точки зору користувача контекст надає йому дійсну, релевантну і доступну для вирішення його завдання інформацію. Контекст прийняття рішень дасть нам можливість визначення потенціалу та меж для підтримки прийняття рішень, при цьому він забезпечить умови, які формують процеси прийняття рішень

**Висновки.** Запропоноване представлення та використання контексту було застосоване в рамках проекту "Розробити методи реалізації онтологокерованої підтримки прийняття рішень для безпеки продуктів харчування"

#### Список використаних джерел

1. Чаплінський Ю.П. Онтологічні складові підтримки прийняття управлінських рішень. / Чаплінський Ю.П. // Наукові праці НУХТ. – 2013 – № 48. – с. 65-68.

2. Dey A. K. Understanding and using context. // Personal and Ubiquitous Computing – 2001. – V. 5. – № 1. – P. 4–7.

УДК 519.7:007.52

<sup>1</sup> **І.Ю. Шубін**

канд. техн. наук, доцент, професор кафедри Програмної інженерії

<sup>2</sup> **Т.В. Горбач**

Науковий співробітник кафедри Програмної інженерії

<sup>3</sup> **С.М. Снісар**

аспірант кафедри Програмної інженерії

<sup>1,2,3</sup> *Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків*

## ОБЧИСЛЕННЯ МІНІМАЛЬНИХ ФОРМ АЛГЕБРИ СКІНЧЕННИХ ПРЕДИКАТІВ

**Вступ.** Для обчислення інтелектуальних висновків використовується поняття навчального предиката – це дидактичний завершений фрагмент навчального гіпермедіоного простору, що має чітко поставлену мету навчання, теоретичний матеріал, завдання для закріплення теоретичного матеріалу і здобуття необхідних практичних навичок, контрольні питання і завдання для поточного і підсумкового контролю знань.

З погляду концепції типової моделі задача навчання включає побудову на основі алгебри скінченних предикатів трьох підмоделей: моделі користувача; моделі навчання та моделі пояснення.

**Постановка задачі.** При формуванні адаптивної моделі, генерація стратегії навчання відбувається за допомогою навігаційних правил шляхом порівняння поточної моделі користувача з еталонною моделлю курсу на кожному кроці за допомогою коефіцієнта толерантності знань. Математичним апаратом для опису названих моделей обрано алгебру скінченних предикатів [1]. Ті знання, які відтворюються, порівнюється з еталоном. У процесі порівняння двох моделей з множини навчальних дій формується підмножина формул, вивчення яких необхідне для успішного навчання.

Ця модель заснована на використанні методу компараторної ідентифікації для розбивання навчального матеріалу на класи еквівалентності і зв'язування для побудови гіперструктури дидактичних матеріалів, яка в свою чергу, надає і контролює проходження навчальних матеріалів в залежності від коефіцієнта толерантності знань та навігаційних правил, що представлені рівняннями алгебри скінчених предикатів [2].

**Реалізація моделі мінімізації формул скінченних предикатів.** Нехай одинична область предикату  $N_f$  має бути представлена у вигляді характеристичної матриці. У цьому випадку задачу мінімізації кінцевого предикату можна інтерпретувати як завдання максимального стиснення матриці, при якому деякі сукупності рядків цієї матриці, що утворюють інтервали гіперкуба  $M_n$ , замінюються відповідними слабо певними векторами. Якщо деякий вузол  $u$  одиничної області  $N_f$  належить лише одному з максимальних інтервалів цієї множини, то будь-яке мінімальне покриття області  $N_f$  буде містити інтервал  $u$ . Будемо називати вузол навчального простору  $A$  визначальним, а інтервал  $u$ , що однозначно їм визначається – обов'язковим.

Щоб встановити, чи є деяка точка  $A$  визначальною, достатньо знайти усі

сусідні з нею точки з області  $N_f$ , а потім побудувати мінімальний інтервал гіперкубу  $M_n$ , що їх містить, та назвемо його мінімальним поглинаючим інтервалом. Якщо всі точки цього інтервалу належать одиничної області, то цей інтервал є інтервалом області  $N_f$ , максимальним і обов'язковим, а елемент  $A$  є визначальним. Мінімальний поглинаючий інтервал для заданої множини точок простору  $M_n$  тоді буде визначений наступним чином. Будується вектор, компоненти якого приймають значення однойменних компонент координат точок з  $M_n$ , якщо ці значення збігаються, і приймають значення «-», якщо серед значень однойменних компонент координат точок зустрічаються різні вузли навчального гіпер-простіру. Якщо інтервал  $u$  містить багато елементів, то перевірка питання, чи міститься інтервал  $u$  в області  $N_f$ , зводиться до наступного алгоритму.

З характеристичної матриці виділяється вектор, утворений перерахуванням рядків, сусідніх вектору  $u$  зі стовпцями, у яких вектор  $u$  має значення «-», а потім виділяється перевірка мінору на виродженість (мінор назвемо виродженим, якщо він містить рядки, елементи яких представляють всі можливі комбінації вихідних вузлів). Обчислення обов'язкових інтервалів прискорюється при малій кількості сусідів розглянутого вузла. Якщо точка не має сусідів, то вона сама утворює обов'язковий інтервал. Знайшовши в області  $N_f$  хоча б один обов'язковий інтервал, ми починаємо послідовно будувати елементи покриття одиничної області, яка при сприятливих умовах дасть точне рішення задачі.

Вибір у множині  $N^*$ , що виконано при пошуку сумісних з  $C$  елементів, прискорюється тим, що він обмежується розгляд елементів, що належать мінімального вбирного інтервалу для всіх сусідів елемента  $C$ , як сумісні з  $C$  елементи можуть знаходитися тільки в цьому інтервалі. Далі будуються обидва мінімальних поглинаючих інтервалів для сусідів елемента  $C$  і для сумісних з ним елементів..

**Висновки.** Способом, що описано, встановлюється, чи міститься останній з цих інтервалів одиничної області  $N_f$ . Позитивна відповідь на це питання доводить, що елемент  $C$  є визначальним та доведено необхідність включення відповідного навчального матеріалу до масиву адаптивних зв'язків. В такому разі мінімальний інтервал виявляється достатнім та допустимим. При розгляді завдань створення бази знань інтелектуальної навчальної системи буде використане єдине поняття «навчально-методичний матеріал».

#### Список використаних джерел

1. Шубин И.Ю., Кириченко И.В. Модели интеллектуальной адаптивной поддержки навигации в компьютерных обучающих системах [Текст] / И.Ю. Шубин, И.В.Кириченко // International Journal “Information Models and Analyses” Vol. 2/ 2013, Number 2. – Болгария - 2013. – С. 194-199.
2. Шубин И.Ю., Горбач Т.В. Информационные технологии моделирования адаптивных систем [Текст] / И.Ю. Шубин, Т.В.Горбач // Материалы 5-й Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии ИСТ-2016» 12 – 15 сент. 2016. – С.244–245.

УДК 519.681.5

<sup>1</sup>М.С. Яджак

Доктор фіз.-мат. наук, старший наук. співробітник, завідувач лабораторією

<sup>2</sup>М.І. Тютюнник

Математик 1-ої категорії

<sup>1,2</sup>Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача  
НАН України, м. Львів

## ДЕЯКІ ТЕОРЕТИЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ СТОСОВНО ПАРАЛЕЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

**Вступ.** Під складною системою (СС) ми розуміємо об'єкт, який складається з багатьох взаємопов'язаних між собою елементів різного типу та призначення, може реалізувати велику кількість різноманітних функцій, а його стан змінюється в часі. Зазвичай елементи СС об'єднуються в підсистеми різного рівня складності та функціонального призначення. Яскравими прикладами СС є транспортні системи міст або регіонів, системи електро-, газо- та водопостачання, торгівельні мережі, банківські установи тощо. Такі системи постійно розвиваються і тому для їх дослідження потрібно розробляти нові методи та алгоритми.

**Формулювання проблеми.** Для дослідження стану та якості функціонування СС розроблена комплексна методика, що включає локальне, прогностичне, агреговане та інтерактивне оцінювання [1]. Ця методика адаптована для оцінювання стану та якості функціонування біомеханічних і робототехнічних систем локомотивного типу та залізничної транспортної системи [2]. Зауважимо, що використання згаданої методики стосовно реальних СС ґрунтується на врахуванні різних режимів їх функціонування та використанні великої кількості параметрів і критеріїв оцінювання, а, отже, потребує значних обчислювальних ресурсів та відповідних паралельних алгоритмів для своєї реалізації. Необхідно зазначити, що комплексна методика оцінювання СС використовує великі масиви первинних даних, які можуть бути пошкодженими, неточними або спотвореними і тому виникає гостра потреба в їх попередній обробці, при цьому в більшості випадків її потрібно здійснювати в режимі реального часу.

**Основні теоретичні результати.** Для попередньої обробки великих масивів даних нами розроблено паралельно-конвеєрний алгоритм розв'язання одновимірної задачі цифрової фільтрації з використанням адаптивного згладжування [3]. Сформульовано та доведено теорему про оптимальність цього алгоритму за швидкодією в класі алгоритмів, які є еквівалентними за інформаційним графом. Розроблений алгоритм орієнтований на реалізацію на квазісистолических структурах або засобах зі структурно-процедурною організацією обчислень.

Запропоновано паралельно-последовні алгоритми локального оцінювання характеристики елемента СС за заданим параметром [4]. Так, у разі відсутності обмежень на обсяг (кількість процесорів, ядер) обчислювальних ресурсів знайдено прискорення  $S$  такого алгоритму оцінювання за параметром  $c^0$ :



$$S = ((t_0 / \tilde{t}_0 + 1)M - 1) / \log_2 M.$$

Тут  $t_0$  – час обчислення модуля деякої допоміжної функції у заданій точці;  $\tilde{t}_0$  – час виконання функції знаходження  $\max$  між двома дійсними числами;  $M$  – кількість значень згаданої допоміжної функції, до того ж  $M = 2m + 1$ ,  $m \geq 1$ ;  $t_0 \ll M$ ,  $\tilde{t}_0 \ll M$ . Наведене прискорення підтверджує високу ефективність реалізації запропонованого алгоритму на багатоядерному комп'ютері.

Нами розроблено також паралельні алгоритми агрегованого оцінювання поведінки характеристики СС та системи загалом [5]. Знайдено відповідно прискорення  $S_1$ ,  $S_2$  для цих алгоритмів:

$$S_1 = (vr_1 + 1)(r\tau + 1) / ((r + v)r_1 + r + 1);$$

$$S_2 = (wT + \tilde{T})p / (T + \tilde{T}).$$

Тут  $v, \tau, w, p$  – відповідно кількість автономних паралельних гілок у різних фрагментах згаданих алгоритмів;  $r_1 \geq 1$ ;  $r \geq 1$ ;  $T, \tilde{T}$  – відповідно кількість виконуваних арифметичних операцій у деяких автономних паралельних гілках та деяких фрагментах обчислень. Подані формули для прискорення підтверджують суттєву ефективність розроблених паралельних алгоритмів агрегованого оцінювання в разі їх виконання на кластерах та багатоядерних комп'ютерах.

**Висновки.** У роботі наведено основні теоретичні результати, одержані для паралельних алгоритмів дослідження СС. Ці результати дозволяють ефективно реалізувати комплексну методику оцінювання стану та якості функціонування таких систем на підставі використання сучасних програмних та апаратних засобів та певною мірою вирішувати проблему обробки Big Data [6].

#### Список використаних джерел

1. Поліщук Д.О. Комплексне детерміноване оцінювання складних ієрархічно-мережевих систем. Частина I. Опис методики [Текст] / Д.О. Поліщук, О.Д. Поліщук, М.С. Яджак // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2015. – № 1. – С. 21–31.
2. Поліщук Д.О. Оцінювання стану колійного господарства Укрзалізниці [Текст] / Д.О. Поліщук // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – 2012. – Вип. 41. – С. 203–212.
3. Яджак М.С. Оптимальный алгоритм решения задачи цифровой фильтрации с использованием адаптивного сглаживания [Текст] / М.С. Яджак, М.И. Тютюнник // Кибернетика и системный анализ. – 2013. – № 3. – С. 142–151.
4. Поліщук О.Д. Організація паралельних обчислень для локального оцінювання якості функціонування складних систем [Текст] / О.Д. Поліщук, М.І. Тютюнник, М.С. Яджак // Відбір і обробка інформації. – 2010. – Вип. 32 (108). – С. 119–124.
5. Поліщук О.Д. Оцінювання якості функціонування складних систем на основі паралельної організації обчислень [Текст] / О.Д. Поліщук, М.І. Тютюнник, М.С. Яджак // Там же. – 2007. – Вип. 26 (102). – С. 121–126.
6. Polishchuk O. Big Data Processing in Complex Hierarchical Network Systems [Electronic resource] / O. Polishchuk, D. Polishchuk, M. Tyutyunnyk, M. Yadzhak // arXiv preprint arXiv: 1603.00633. – 2016. – 7 p.



**In socio-economic sphere**

- In bioinformatics**
- In business and finance**
- For image processing and language signals**
- In natural language applications**
- In learning systems and knowledge control systems**
- In Web systems and applications**
- In systems of machine and computer vision**
  - In medicine**
  - In robotics**
  - In the industry**
  - In energy sector**
- In education and research**
  - In decision support systems**
- In computer systems and nets**
  - At forecasting and prevention of emergency situations**

# 3

## **Applied use of intelligent computing**

## **Section 3**

### **Applied use of intelligent computing**

1. In socio-economic sphere;
2. In bioinformatics;
3. In business and finance;
4. For image processing and language signals;
5. In natural language applications;
6. In learning systems and knowledge control systems;
7. In web systems and applications;
8. In systems of machine and computer vision;
9. In medicine;
10. In robotics;
11. In the industry;
12. In energy sector;
13. In education and research;
14. In decision support systems;
15. In computer systems and nets;
16. At forecasting and prevention of emergency situations.

UDC 004

**Mohammad Alhawawsha,**

PhD student

*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv*

## **E-GOVERNMENT SYSTEM ARCHITECTURE IN JORDAN: A COMPARISON WITH THE U.S E-GOVERNMENT SYSTEM**

### **Abstract**

The research seeks to examine the structure of the E-government system in Jordan and comparing it with that of the United States. The research is based on the finding that few researchers have attempted to develop a good analysis of the Jordanian e-government system architecture, especially by making comparisons with those of developed nations like the US. Consequently, there is a knowledge gap in this field, which should be filled by analyzing the nation's e-government system architecture and comparing it with that of a developed nation. The purpose of this study was to determine the structure and composition of the e-government system architecture in Jordan. In particular, the study sought to determine how the structure is set and how it works by analyzing it in comparison to that of the United States, a developed nation and one of the countries that was among the first to adopt e-government systems. The researcher seeks to analyze the e-government architecture adopted in Jordan (a developing nation), to compare the e-government architecture in Jordan with that of the US and to determine the challenges facing the architecture in the country. Based on a qualitative analysis of the e-government system architecture in Jordan and comparing it with that of the United States, the study finds that the E-government system in Jordan has improved service delivery to the citizens because it provides timely, less costly and effective services. Nevertheless, it is prone to information threats and needs continuous improvement. Further, it is also less effective compared to that of the US, especially because the level of hierarchy in the Jordanian government is higher than that of the US. Despite this, it has been found that the new e-government system has an advantage because it can continuously be improved by adding new technologies and infrastructure to tackle the above-mentioned problems.

**Keywords:** E-government, system architecture, service delivery, system layers, internet technology, E-government services, E-government system in Jordan.

UDC 005.37

<sup>1</sup>**A. Biloshchytskyi**

Doctor of Technical Sciences, Professor of Technology Management Department

<sup>2</sup>**A. Kuchansky**

Candidate of Technical Science, Associate Professor of Cybersecurity and Computer Engineering Department

<sup>1</sup>*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv*<sup>2</sup>*Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv*

## TEXTUAL ANALYTICS AND DETECTION OF NEAR-DUPLICATES IN ELECTRONIC DOCUMENTS

The analysis of electronic documents (dissertation works, scientific publications, etc.) for the purpose of similarities detection in them and near duplicates is the urgent task for scientific community, professional publications, the specialized academic councils as it can be the valuable tool for preventing of abuses and plagiarism in the sphere of the higher education, promotes the academic honesty.

The text of the electronic document can be submitted by the finite sequence of symbols  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_L\}$ ,  $t_i$  – a separate symbol,  $i = \overline{1, L}$ ,  $t_i \in A$ ,  $A$  – a set of atomic symbols of formal language or the alphabet [1, 2].

The word in the document represents a finite sequence which is defined by the number and the length  $S_n^\beta = \{t_1, t_2, \dots, t_\beta\}$ , where  $n$  is the serial number of word,  $\beta$  is the length of word,  $t_j \in A$ ,  $t_j \notin C$ ,  $j = \overline{1, \beta}$ ,  $C = \{ "-", ";", ":", " ", " ", " ", " ", " ", " ", " " \}$  – are all symbols of the elements of sequence  $T$ , which are not letters.

Due to conceptual model [2] the first stage is canonization of the text. Let us form a new sequence from all words of the elements of sequence  $S$ , excluding in advance from consideration the so-called stop words. A list of stop words will be assigned as set  $M = \{ "і", "та", "але", "або", "тощо" \}$ . Then the new sequence of words takes:  $W = \{ S_1^{\beta_1}, S_2^{\beta_2}, \dots, S_m^{\beta_m} \}$ , where  $\beta_j$ ,  $j = \overline{1, m}$  are the lengths of words, and  $m$  is their number,  $S_j^{\beta_j} \notin M$ .

Using the sliding window method, let us build a set of sequences:

$$\begin{aligned} E_1 &= \{ S_1^{\beta_1}, S_2^{\beta_2}, \dots, S_h^{\beta_h} \}, \\ E_2 &= \{ S_2^{\beta_2}, S_3^{\beta_3}, \dots, S_{h+1}^{\beta_{h+1}} \}, \\ &\dots \\ E_{m-h+1} &= \{ S_{m-h+1}^{\beta_{m-h+1}}, S_{m-h+2}^{\beta_{m-h+2}}, \dots, S_{m-1}^{\beta_{m-1}}, S_m^{\beta_m} \}, \end{aligned}$$

where  $h$  is the size of window or a number of elements of the constructed sequences  $E_1, E_2, \dots, E_{m-h+1}$ .

Next, by the locality-sensitive hashing method, we shall represent a set of sequences  $F(W) = (E_1, E_2, \dots, E_{m-h+1})$  in the form of bit strings, that is  $\Delta(W) = (I(E_1), I(E_2), \dots, I(E_{m-h+1}))$ ,

where  $I(E_k)$  is the index element that assigns the bit string that unequivocally represents sequence  $E_k$ ,  $k = \overline{1, m-h+1}$ .

That is  $I(E_k) = \{\delta_{k1}, \delta_{k2}, \dots, \delta_{kc}\}$ , where  $\delta_{kx} \in \{0,1\}$ ,  $k = \overline{1, m-h+1}$ ,  $x = \overline{1, c}$ ,  $c$  is the number of bits that represents the bit sequence. Let us set elements of index for each document  $p$  documents, stored in a general database:  $I(E_{k_y}^y) = \{\delta_{k_y1}^y, \delta_{k_y2}^y, \dots, \delta_{k_yc}^y\}$ ,  $\delta_{k_yx}^y \in \{0,1\}$ ,  $k_y = \overline{1, m_y-h+1}$ ,  $x = \overline{1, c}$ ,  $y = \overline{1, p}$  and the sequences of words in canonized form  $W^y = \{S_1^{y,\beta_1}, S_2^{y,\beta_2}, \dots, S_m^{y,\beta_{m_y}}\}$ , where  $\beta_j$ ,  $j = \overline{1, m_y}$  are the lengths of words.

We shall calculate the Hamming distances from each index elements sequence of words of the input document to the index elements of sequences of words of those documents that are in the base according to the following formula [2, 3]:

$$H(I(E_k), I(E_{k_y}^y)) = \frac{1}{c} \sum_{i=1}^c |\delta_{ki} - \delta_{k_y i}^y|,$$

where  $k = \overline{1, m-h+1}$ ,  $k_y = \overline{1, m_y-h+1}$ ,  $y = \overline{1, p}$ .

If the condition is satisfied [9]:

$$H(I(E_k), I(E_{k_y}^y)) < \lambda_H,$$

for the assigned in advance value of parameter  $\lambda_H \in [0,1]$ , that can be claimed that an index element with number  $k$  similar to an index element with number  $k_y$ . It means that existence of the near duplicate is identified.

These researches are a part of a complex of researches on creation of methods of the analysis of scientific works on plagiarism [1 – 5].

## References

1. Lizunov, P. Detection of near duplicates in tables based on the locality-sensitive hashing and the nearest neighbor method / P. Lizunov, A. Biloshchytskyi, A. Kuchansky, S. Biloshchytska, L. Chala [Text] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – № 6/4 (84). – P. 4 – 10.
2. Biloshchytskyi, A. Conceptual Model of Automatic System of Near Duplicates Detection in Electronic Documents [Text] / A. Biloshchytskyi, A. Kuchansky, S. Biloshchytska, A. Dubnytska // 14-th International Conference “The Experience of Designing and Applications of CAD Systems in Microelectronics” (CADSM’17), IEEE. – Polyana, 2017. – P. 381 – 384.
3. Biloshchytskyi, A. The method of elimination of erroneous coincidences text in electronic documents [Text] / A. Biloshchytskyi, S. Kristof, S. Biloshchytska, O. Dikhtiarenko // Management of Development of Complex Systems. – 2015. – № 22, – P. 144 – 150. (In Ukr.)
4. Biloshchytskyi, A. Optimization of Matching algorithms by using local-sensitive hash sets of text data [Text] / A. Biloshchytskyi, O. Dikhtiarenko // Management of Development of Complex Systems. – 2014. – № 19, – P. 113 – 117. (In Ukr.)
5. Lizunov, P. Automatic analysis of similarity of schemas and diagrams in electronic text documents [Text] / P. Lizunov, A. Biloshchytskyi, L. Chala, S. Biloshchytska, A. Kuchansky, S. Udoenko // Management of Development of Complex Systems. – 2016. – № 28, – P. 147 – 156. (In Ukr.)

UDC 004.056

**Yadigar Imamverdiyev**

PhD, Associate Professor, Head of Laboratory

*Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Information Technology, Baku*

## МЕТОД МАКРО-КОРРЕЛЯЦИИ СОБЫТИЙ В КОЛЛАБОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАК

**Введение.** Организованные атаки, направленные на разрушение критической инфраструктуры, как правило, выходят за рамки возможностей одного атакующего. Чтобы достичь своей цели, несколько злоумышленников взаимодействуют посредством совместного использования ресурсов, распределения задач и синхронизации. Обнаружение таких скоординированных кибер-атак является очень трудной задачей [1], так как отдельно взятая система обнаружения атак (Intrusion Detection System, IDS) выполняет мониторинг только ограниченной части сети. Так как скоординированные крупномасштабные атаки часто происходят в нескольких сетях одновременно, то такие атаки можно обнаружить лишь сбором и корреляцией данных из многих источников.

Коллаборативные IDS (Collaborative IDS, CIDS) призваны решить эту проблему. CIDS объединяет несколько сотрудничающих по сети IDS для обнаружения атак. Важными проблемами коллаборативного обнаружения атак являются архитектура CIDS, безопасность CIDS и корреляция событий в CIDS. В этой работе предлагается метод коллаборативного обнаружения кибер-атак на основе макро-корреляции событий информационной безопасности.

**Корреляция событий.** Целью корреляции событий является нахождение причинных, дополняющих, параллельных или взаимосвязанных отношений между различными событиями для того, чтобы восстановить сценарии атак от изолированных событий. Система корреляции событий обычно состоит из нескольких компонент: нормализация, агрегация (кластеризация), корреляция, отсеивание ложных срабатываний, анализ стратегии атак и приоритетизация. В [2-3] авторы выделяют несколько подходов к процессу корреляции событий безопасности, основанных на: (1) сходстве; (2) предопределении сценариев атак; (3) многоуровневых вычислениях на базе предпосылок и последствий; (4) использовании множества источников информации.

В зависимости от числа источников событий различают два вида корреляции событий – микро-корреляция и макро-корреляция [4]. Методы микро-корреляции сосредотачиваются на агрегации данных в пределах одного потока событий. А методы макро-корреляции комбинируют несколько источников таких потоков.

**Метод макро-корреляции событий.** Суть предлагаемого подхода заключается в следующем. Имеются  $n$  доменов безопасности, в каждом из них действует собственная система управления событиями информационной безопасности (например, на основе SIEM – Security Information and Event Management). Эти системы осуществляют сбор, фильтрацию и локальную корреляцию событий в пределах своего домена. Кроме того, эти домены



безопасности передают коррелированные события в коллаборативный центр управления событиями. Предполагается что, используется динамически обновляемая база репутаций IP-адресов (например, SenderBase от Cisco). Современные кибер-атаки являются многоэтапными и включают следующие четко определенные семантические этапы – разведка, вторжение, эскалация привилегий и цель. В [5] предлагается конечный набор категорий атак (AttackCategory), который охватывает семантику любой многоэтапной атаки.

Каждую кибер-атаку можно представить как упорядоченную последовательность  $X = \langle X_1, X_2, \dots, X_n \rangle$  наблюдаемых событий, где  $X_k$  можно определить как вектор атрибутов, описывающих  $k$ -ое событие в этой последовательности. Атрибутами события могут быть DomenID, SourceIP, DestinationIP, DetectTime, EventType, AttackCategory.

Метод макро-корреляции событий основан на использовании общих моделей кибер-атак, называемых шаблонами атак [5]. Шаблон атаки - это модель последовательных этапов, каждый из которых состоит из одной или нескольких категорий атак. Макро-корреляцию событий можно провести на основе пространственных, и/или временных отношений между атрибутами событий.

**Заключение.** В этой работе предложен коллаборативный подход, который позволяет обнаружить кибер-атаки на распределенные информационные системы, принадлежащие различным административным доменам.

**Благодарности.** Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики – **Грант № EIF-KETPL-2-2015-1(25)-56/05/1.**

#### **Список использованных источников**

1. Zhou, C.V., Leckie, C., Karunasekera, S. (2010). A survey of coordinated attacks and collaborative intrusion detection. *Computers & Security*, 2010, 29(1), 124-140.
2. Elshoush, H.T., Osman, I.M. (2011). Alert correlation in collaborative intelligent intrusion detection systems – A survey. *Applied Soft Computing*, 11(7), 4349-4365.
3. Dadkhah, S., Shoja, M.R.K., Taheri, H. (2013) Alert correlation through a multi components architecture. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 3(4), 461-466.
4. Nakao, K., Inoue, D. (2011). Network security incident response technology. *Journal of the National Institute of Information and Communications Technology*, 58(3-4), 3-16.
5. Mathew, S., Giomundo, R., Upadhyaya, S., Sudit, M., & Stotz, A. (2006). Understanding multistage attacks by attack-track based visualization of heterogeneous event streams. *Proc. of the 3rd international workshop on Visualization for computer security*, 1-6.

UDC 519.766.4

<sup>1</sup>**O.A. Kozhukhivska,**

PhD

<sup>2</sup>**P.I. Bidyuk,**

Dr. of Eng. Sci., Professor

<sup>3</sup>**A.D. Kozhukhivskyi,**

Dr. of Eng. Sci., Professor

<sup>1</sup>*Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University*

<sup>2</sup>*Institute for Applied System Analysis NTUU “Igor Sikorsky KPI”*

<sup>3</sup>*Cherkasy State University of Technology*

## **ADAPTIVE FORECASTING OF NONLINEAR NONSTATIONARY PROCESSES**

**Introduction.** It is known that most of actual processes in various areas of human activities including economy and finances exhibit nonlinear nonstationary behavior. That is why there exists a growing necessity for development of new mathematical models providing high quality forecasts for such process with further usage for making substantiated decisions. To solve the problem help modern decision support systems (DSS) that play very important role in processing data, adequate model constructing, estimating quality forecasts and generating decision alternatives. DSS provide wide possibilities for computing high quality forecasts with the most different techniques and help to combine the estimates generated by different methods. Another important task performed by DSS is identification and taking into consideration possible uncertainties. Features of adaptation that are usually implemented in such systems are aiming to constructing models with adaptive structures and parameters.

**Coping with possible uncertainties in the frames of DSS.** Among possible uncertainties that could take place in modeling, forecasting, risk estimation and decision alternatives generation the following ones should be mentioned: data uncertainties; model structure and parameters uncertainties; forecasts uncertainties, and uncertainties related to computational process, for example, systematic computing and methodology errors. The data uncertainties are usually caused by the following reasons: incomplete measurements, short samples, missing data and outliers; influence of external random disturbances on functioning of a system or process under study; and measurement errors. Today there exist appropriate statistical instrumentations for identification and coping with the uncertainties. There is a large number of various techniques for imputation of missing data such as expectation maximization algorithm, moving average and regression based forecasting, optimization techniques, imputation from appropriate distribution etc. Negative influence of external random disturbances and measurement errors could be partially eliminated by application of optimal Kalman filter, elliptical filtering, exponential smoothing or other appropriate method. The uncertainties of data and model structure obviously influence the quality of the model parameters estimates say they may result in higher variance and/or bias of the estimates. To reduce influence of the uncertainties we introduce adaptive estimation schemes for model structure,

parameters, and consequently forecasts and risk estimates. A key point for correct estimation of mathematical model parameters is in correct determining of a distribution type for the data being processed. If it is far from normal then we apply appropriate Markov chain Monte Carlo algorithm [1].

**Development of the DSS architecture.** The DSS proposed has an architecture including the following elements: the language subsystem, the main processing unit, data and knowledge base, and subsystem visualizing intermediate and final results of computing [2]. The DSS functionality is based on the following computational operations: data collecting and storing, preliminary data processing; statistical analysis of data aiming to preparing the data for model structure and parameters estimation, computing of short- and medium-term forecasts using constructed forecasting functions, and quality analysis subsystem that is based on three sets of statistical quality criteria (quality of data, models, and forecasts). In each case of data processing we hire separate sets of statistical parameters (statistics) directed towards solving specific monitoring problems for the computational processes [2, 3].

**Modeling and forecasting techniques hired.** The modeling and forecasting techniques implemented in the system are as follows: regression analysis (linear and nonlinear), neuro-fuzzy techniques and Bayesian networks (static and dynamic). Bayesian networks and neuro-fuzzy approach help with eliminating the influence of probabilistic and amplitude type uncertainties. Another possibility for solving the forecasting problem provide for such methods as optimal Kalman filtering techniques, hierarchical models, nonparametric and Bayesian regression.

**The processes studied and results.** Among the processes studied are the following: Gross Domestic Product (GDP) for Ukraine, USA and some other selected countries, consumer and industrial price indexes, stock prices, and many others. To select the best models the following statistics were hired: determination coefficient, sum of squared residuals, Durbin-Watson statistic,  $F$ -statistic etc. The best forecasts are selected with mean absolute percentage error (MAPE), mean squared errors, and Theil coefficient [2, 3]. In a case of studying nonlinear processes some other criteria are applied. The results achieved for short- and medium-term forecasting are quite acceptable or high quality with MAPE in the range between 0.50% and 7.50%.

The future developments will be directed towards application of combined forecasting techniques with optimization of weighting coefficients.

### References

1. Murray I. Advances in Markov chain Monte Carlo methods / I. Murray. – London: University of London, 2007. – 176 p.
2. Bidyuk P.I. Design of Decision Support / P.I. Bidyuk, O.P. Gozhyj, L.O. Korshevnyuk. – Mykolaiv: Black Sea State University named after Petro Mohyla, 2012. – 380 p.
3. Dovgyj S.O. Decision support systems based on statistical and probabilistic procedures / S.O. Dovgyj, P.I. Bidyuk, O.M. Trofymchuk. – Kyiv: Logos, 2014. – 419 p.

UDC 004.82, 519.68

<sup>1</sup> **Alexander Lyaletski**

Candidate of Physics and Mathematics, Senior Researcher, Associate Professor

<sup>2</sup> **Alexandra Naumenko**

1st year Master's Student

<sup>1,2</sup> *Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv*

## ON LANGUAGE INTERFACES TO DATA AND KNOWLEDGE BASES

**Introduction.** At present time, databases and knowledge bases play an important role in the development of society, economics, and science since they are a main source of information. In order to retrieve information from them, one should good know a database SQL-like language, which is difficult for using it by a person not being an expert in databases. Thus, there is a rising demand [1] for the development a formal language being more natural than SQL and facilitated work with information. As some approximation of the solution of this problem, the authors of this work propose to use ideas suggested in the Evidence Algorithm initiated by V. Glushkov [2] (see also [3]) and partially reflected in the ForTheL language [4] designed and implemented for the SAD system [5] intended for making deduction in formal (mainly mathematical) first-order theories.

**Short description of ForTheL.** In order to demonstrate that the ForTheL approach can be useful in solving the above-mentioned interface problem, let us list the basic syntactic units of ForTheL giving the possibility to write formalized texts in the form close to an English one used in the usual (mathematical) publications.

Like any usual mathematical text, a ForTheL-text contains definitions, assumptions, affirmations, theorems, proofs, etc. The grammar of ForTheL-phrases imitates the grammar of usual English sentences. Its sentences are built of units: statements, predicates, notions (that denote classes of objects) and terms (that denote individual entities). Units are composed of syntactical primitives: nouns which form notions (for example, "subset of") or terms (such as, for example, "closure of"), verbs and adjectives which form predicates ("belongs to", "compact", and so on), symbolic primitives that use a concise symbolic notation for predicates and functions and allow to consider usual quantifier-free first-order formulas as ForTheL statements. Of course, just a little fragment of English is formalized in the syntax of ForTheL.

There exist three kinds of sentences in the ForTheL language: assumptions, selections, and affirmations. Assumptions serve to declare variables or to provide some hypotheses for the subsequent text. For example, the following sentences are typical assumptions: "Assume that  $m$  is greater than  $n$ .", "Let  $S$  be a finite set.". Selections state the existence of representatives of notions and can be used to declare variables, too. Here follows an example of a selection: "Take an even prime number  $X$ ". Finally, affirmations are simply statements: "If  $p$  divides  $n - p$  then  $p$  divides  $n$ ". The semantics of a sentence is determined by a series of transformations converting a ForTheL statement to a corresponding first-order formula for processing it by the logical engine of the SAD system or by one of the famous provers.

ForTheL sections consists of sentences, sentences with proofs, cases, and top-level sections that is definitions, signature extensions, axioms, lemmas, and theorems. A top-level section is a sequence of assumptions concluded by an affirmation. Proofs attached to affirmations and selections are simply sequences of low-level sections.

**ForTheL and logical processing of information.** Currently, ForTheL is the input language of the SAD system intended for automated proof search in classical first-order logic. It should be noted that ForTheL was designed as a formal natural language that is maximally close to a restricted natural English and has the ability to translate ForTheL-texts into first-order language formulas for making deduction not only by the SAD prover but also by any other first-order prover. This indicates the possibility of performing efficient and deep inference search in data and knowledge bases when implementing ideas used in the design of the ForTheL language and SAD system in data and knowledge bases.

**Conclusion.** The above-given brief description of the ForTheL language and ideas used in its design and implementation not only demonstrates the possibility of ensuring naturalness of interfaces to existent data and knowledge bases in the case of using the ForTheL-like approach to their construction but also shows the possibility to use well-known provers for logical processing of information in these bases, which significantly increases the "intelligence" of data and knowledge bases. It should also be noted that the ForTheL grammar was constructed in such a way that ForTheL allows its modification and extension to any subject domain having the form of a first-order theory. This indicates the possibility of using ForTheL or a ForTheL-like language as an appropriate natural language interface to data and knowledge bases.

### References

1. Tyagi, M. (2014). Natural language interface to databases: A survey. *International Journal of Science and Research*, 3(5), 1443-1445.
2. Glushkov, V. M. (1970). Some problems in automata theory and artificial intelligence. *Cybernetics and System Analysis*, 6(2), 17-27.
3. Letichevsky, A. A., Lyaletski A. V., and Morokhovets, M.K. (2013). Glushkov's Evidence Algorithm. *Cybernetics and Systems Analysis*, 49(4), 489–500.
4. Vershinin K. and Paskevich A. (2000). ForTheL -- the language of formal theories. *International Journal of Information Theories and Applications*, 7(3), 120-126.
5. Lyaletski A. and Vershinin K. (2010). Evidence Algorithm and System for Automated Deduction: A retrospective view. *Proceedings of the 10th ASIC and 9th MKM International conference, and 17th Calculemus conference on Intelligent computer mathematics, Paris, France, July 05 - 10, 2010*, 411-426.

UDC 004.4

**Malyshko S.O.**

Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Senior Research Officer

*Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine, Kyiv*

## **INFORMATIONAL ANALYTICAL SYSTEM “NEWSCAPE” FOR DECISION SUPPORT**

**Introduction.** Data warehouse is the main component of the modern decision support system (DSS). Other components include an implementation of appropriate methods and means for extraction, processing and loading of data. In addition to specific databases (DB), the information (or media) space could also be used as a data source. In general, the term “information space” is a primary concept, therefore, it does not have a strict definition and is considered to be a notion of general use [1]. In this paper, we define information space as a set of messages from the selected sources. These sources include informational messages from physical and legal entities, electronic versions of traditional media, online resources (websites, portals) and “new media” (social networks, blogs).

The rapid development of global electronic communications networks, coming from general computerization processes, has led to emergence of a massive information space. Just a few decades ago, the actual task lied in finding the right information, while now the main problem is to screen unnecessary data [2]. Nowadays such tasks as searching for patterns and relationships, tracking trends and tendencies, forecasting increase and decrease of the quantitative parameters of media objects are in the forefront of information space analysis. Developed information-analytical system (IAS) allows to see “simple and clear” in a large, complex and chaotic information space.

The relevance and practical importance of the study is growing together with the continuous qualitative and quantitative expansion of information space. At the moment, there does not exist any single standardized information technology for media monitoring and analysis. The main goal of the proposed IAS “NEWSCAPE” [3, 4] is to create a modern and efficient information technology and corresponding online service, which accumulate a variety of mathematical methods and algorithms, focused on monitoring and multivariate analysis of information space. Some of the ideas, methods and algorithms, used in the IAS, are of original authorship and are being developed for more than 20 years now [5]. A comparative review of existing media monitoring systems is beyond the scope of this paper due to great diversity and specificity of this kind of software. We would like to note a domestic news integration technology “InfoStream” as an example of such kind of product [6, 7].

**General information about the system.** IAS “NEWSCAPE” is suggested for usage either in the stand-alone mode, or as a component of intellectual decision support systems (DSS) for complex and conflict situations. The developed system provides analytics with process of developing effective solutions on various levels, from the operational tasks of the situational center to the strategic planning issues. This IAS can also be of use in a

current informational war - both for controlling and planning “our” activities and identifying and analyzing activities of the "enemies".

Programmatically implemented algorithmic tools of the developed IAS are able to:

- provide continuous automated monitoring of media space, which includes about a thousand of highest-rated sites, main national and regional internet sources, leading print media and television channels (video monitoring);
- accumulate a variety of disparate databases into a single information system;
- store monitoring results for subsequent analysis in a structured way;
- use modern methods of quantitative and qualitative informational analysis;
- support effective teamwork between operators and analysts of different levels.

Architecture and functional content of the IAS was designed to achieve next goals:

- prompt reception of all necessary and accurate information;
- tracking key trends in media space;
- conducting multivariate analysis of objects, persons, events, trends;
- improvement of the large-scale systems and subsystems management;
- simulation and exploration of the complex processes;
- prediction of the possible scenarios of development processes.

Since IAS «NEWSCAPE» is based on the economical and socio-political information, it could be used as an effective tool for analysis and decision support in the central and local government institutions (Verkhovna Rada and its committees, Presidential Administration, Cabinet of Ministers of Ukraine), as well as in large companies, organizations, political parties. Systems of this kind are needed in various media holdings, large corporations and associations that actively promote their goods or services in the information space and want to get an objective picture of their activities.

Available mathematical methods and algorithms include:

- analysis of the media objects characteristics, such as number of references, citation index, media activity index, information activity index, information dynamics rating, regional distribution, distribution of media types, estimation of the aggressiveness level, identifying signs of manipulations in the texts;
- content analysis – quantitative, differential and frequency analysis, as well as an analysis of the related words and parts of speech in sentences;
- categorical analysis of objects, which may act as politicians, political parties, regions of Ukraine, countries of the world, state capitals, international organizations, industries, food, etc.;
- morphological analysis, able to work with nouns, pronouns, adjectives and adverbs, verb forms, non-dictionary objects and other parts of speech;

analysis of the quantitative characteristics of the text - sentences, words, nouns, unique nouns, lemmas, word forms – with an ability to calculate numerous important statistical indicators.

Information space analysis. In current version of IAS “NEWSCAPE”, media analysis is based on the analysis of meaningful categories, which are created by users and characterize various structural units – objects, persons, processes, events etc. Let us briefly describe the main stages of analysis process.

**1. Definition of the media space subset in question – creating a structured list of information sources with a possibility to select individual source groups for analysis:**

$$A \subseteq Q, \quad (1)$$

$$A = A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_i \cup \dots \cup A_n, \quad (2)$$

where  $Q$  – media space,

$A$  – subset of media space in question,

$A_i$  – source groups in media space,

$n$  – number of groups in the current monitoring session.

Note that information sources could be grouped by different features, such as geo-referencing, ownership (for example, official government websites), popularity (highest rated sites), content (news portals) etc. User can form personalized sets of such groups or individual sites for specific monitoring tasks.

**2. Extracting information from a subset – correction of data loading errors, cleaning noise, structuring uploaded information:**

$$A_i = B_1 + B_2 + \dots + B_j + \dots + B_m, \quad (3)$$

$$B_j = C_1 + C_2 + \dots + C_k + \dots + C_p, \quad (4)$$

where  $B_j$  – information sources in the group  $A_i$  under monitoring,

$C_k$  – blocks of information, received from the information source  $B_j$ ,

$m$  – number of information sources in the  $i$ -th group,

$p$  – number of information blocks from  $j$ -th source.

**3. Specifying information – binding information blocks by time, region, referred private persons and legal entities. If necessary, an additional search by objects is conducted. After processing, the specified information block is a structured set of the following form:**

$$C_k = \{T, D_1, \dots, D_r\}, \quad (5)$$

where  $T$  – text of an information block (set of characters, words, sentences),

$r$  – number of identifiers, associated with the corresponding block.

Possible identifiers could be  $D_1$  – a unique number (identifier) of an information block,  $D_2$  – date/time of an information block creation,  $D_3$  – the exact address (link) of the information source for a block etc.

Depending on the specific analysis conditions, set of information blocks identifiers could vary.

**4. Computation of basic indicators** of information presence, including number of information blocks, citation and media presence indexes, media activity rate, rating of dynamics and other quantitative measures:

$S$  – total number of information blocks in  $A$  – see (1) – for the given period;

$N$  – number of information blocks  $C_k$  in (2), found upon request (word);

$K$  – **citation index**, which is equal to the quantity of the found words;

$M$  – **media activity rate**, equal to  $N / S * 100\%$ ;

$L$  – **media presence index** of the given object, equal to  $K / N$ .

**5. Computation of relative indicators** of information presence, comparative indexes of informational activity and ratings of informational dynamics, comparative temporal analysis of media objects (isotonic and anti-isotonic function).



**6. Information evaluation** – computation of aggressiveness indicators and ratings of “protest mood”, estimation of personal ratings, as well as other objects in the information blocks, counting the number of republications, sentiment analysis and identification of manipulative signs.

**7.** Creating informational links between objects in question, In-depth information analysis, Evaluation and refinement of information sources set, Expert assessment of preliminary results. A detailed description of additional techniques, implemented in the extended version “NEWSCAPE”, is beyond the scope of this publication.

**Conclusions.** Since 2010, the system has accumulated more than 30 millions of informational units, more than 100 thousands of printed articles and thousands of video news stories. Economical, social and political information, structured by regions and districts of Ukraine, is also available in a system. There exists a possibility to use data on legal entities, companies and private persons [8], aggregated in the system.

### References

1. Boisot, Max H. *Information space: a framework for learning in organizations, institutions and culture*, – Oxon: Routledge, 2016. - 568 p.
2. V.Mayer-Schönberger and K.Cukier, *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt, 2013.
3. S.Malyshko *Monitoring and analysis of media space - Information-Analytical Aystem «NEWSCAPE» // Contol mashines and systems*. – 2015. – no.2. – pp. 88-93. (in Russian)
4. L.Hulianytskyi, S.Malyshko *Big Data in Information Analytical System "NEWSCAPE" – Data Stream Mining & Processing. Proc. of the 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (23-27 August 2016, Lviv, Ukraine)*. – Lviv, 2016. – P. 382–386.
5. L.F.Hulianytskyi, I.V.Sergienko, S.O.Malyshko. "About software tools support decision making in problems of group selection", *Contol mashines and systems*, no.5, pp. 90-97, 1993. (in Russian)
6. D.Lande. *The quest for knowledge on the Internet. Professional work*. – Moscov: Dialektika, 2005. (in Russian)
7. D.Lande, A.A.Snarskii, I.V. Bezsudnov, *Internetika: Navigation in complex networks: models and algorithms*. Moscov: Librokom, 2009. (in Russian)
8. L.B.Baran, V.V.Vishnevnyi, K.D.Huliaev, L.F.Hulianytskyi et.a. *Electronic parliament Ukraine: the pilot project. Scientific publications*. S.Dovgyi, Eds. Kiev: Yuston, 2015. (in Ukrainian)

UDC 004.89

<sup>1</sup> **Zaid Musbah**

Postgraduate

<sup>2</sup> **Taras Lehinevych**

Master student

<sup>3</sup> **Andrii Glybovets**

Candidate of Physic-Mathematical Sciences, professor, associate professor of Faculty of Informatics

<sup>1</sup> *National University of Kyiv-Taras Shevchenko, Kyiv*

<sup>2,3</sup> *National University "Kyiv-Mohyla Academy", Kyiv*

## CROSS-LANGUAGE TEXT CLASSIFICATION WITH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

**Introduction.** Text classification or text categorization problem is currently one of the most observed in the field of information and computer sciences. The task is to assign a text to one or more classes or categories and it becomes more difficult if we have to deal with different languages. This problem is called cross-language text classification problem. In our paper [1] was shown that cross-language multi-label text classification can be handled by a deep learning system without artificially embedding knowledge about words, phrases, sentences or any other syntactic or semantic structures associated with a language.

**Model architecture.** First of all, the proper dataset was created for cross-language multi-label classification problem based on extracted articles from Wikipedia. Every sample contains article text and categories. In order to feed sample into neural network model the text and categories were converted into the vectors of integers by using mapping index (every work or category corresponds to unique integer number). We proposed the deep neural network model architecture for this problem. The first layer is embedding one. It receives as an input a matrix of integers that corresponds to the text of an article and produce the smaller matrix representation. The following two layers are quite the same. They perform convolutional operations with different window sizes (32 and 16)[2]. The last convolutional layer is the combination of three sub-layers. Every sub-layer gets an input the output from previous layer (so all sub-layers get the same input) and perform convolutional and max-pooling operation with windows sizes (5, 4 and 3). The outputs of three sub-layers are concatenated and feed into fully connected layer, which output is the probability distribution over categories. The whole deep neural network model is trained by using backpropagation algorithm.

The model was trained with the following hyperparameters:

- rectified linear units;
- windows (h) of 32, 16, 5, 4, 3;
- dropout rate (p) of 0.5;
- l2 constraint (s) of 5;
- 128 filters per filter size;
- mini-batch size of 35;

-Adam update rule[3];

-one epoch ;

The described model about has multiple benefits. First of all, it does not require parallel data between all languages or bilingual dictionaries, what is often a bottleneck, because in many real world scenarios such parallel data may not be available. Secondly, there is no need to use artificially embedding knowledge about words, phrases, sentences or any other syntactic or semantic structures associated with a language. Finally, representation of text for any language is learned by neural network and could be used in other application.

**Results.** The accuracy result on the validation set (set of data that was not used during the training or testing of the model) is equal to  $84.56 \pm 2.6$  %. Moreover, we run the model on new language (it was not used for training or testing) in order to validate our hypothesis about transfer learning. The articles collected for German language were used and the model shows accuracy equal to  $63.34 \pm 1.98$ %.

**Conclusion.** Despite the fact that the limitation of this approach is requirement that all articles have the same length, the convolutional neural networks show good results for multilingual long-form texts such as multi-language Wikipedia articles. The proposed solution could be used in variety of applications such as search engines, e-libraries, knowledge bases, any information retrieval systems and software that work with multilingual documents.

### References

1. Musbah, Z., Lehinevych, T., Glybovets, A., (2017). Cross-language text classification with convolutional neural networks from scratch. EUREKA: Physics and Engineering, (2), 24-33.
2. Zhang, X., LeCun, Y., (2015). Text understanding from scratch. arXiv preprint arXiv:1502.01710.
3. Ko, Y., Seo, J. (2000). Automatic text categorization by unsupervised learning. In Proceedings of the 18th conference on Computational linguistics -Volume 1 (pp. 453-459). Association for Computational Linguistics.

UDC 004.942:378.145

**O. Oletsky, PhD***National Kyiv-Mohyla Academy University*

## A NON-LINEAR OPTIMIZATION TASK FOR FORMING OPTIMAL SETS OF SELECTIVE DISCIPLINES

### Introduction

Systems of e-learning are getting wide-spread now; most of them became an inherent part of the educational process. Automated enrollment of students on optional disciplines becomes a typical feature of such systems.

The problem is that teachers and tutors are quite free to add new educational materials and to create new courses. These courses may be very similar each to other and may even duplicate each other. So it may be difficult for students to choose the most appropriate selective disciplines. Therefore systems for automated enrollment of students on optional disciplines should be complemented with features of recommendation systems addressing both to students and to faculties.

In the simplest case these recommendations can be elaborated by solving a problem similar to the well-known knapsack problem. Let  $D=\{d_1, \dots, d_n\}$  be a set of optional disciplines,  $c_i, i=1, \dots, n$  be the usefulness of the  $i$ -th discipline and  $q_i, i=1, \dots, n$  be a number of credits for the  $i$ -th discipline. We suppose that students make their choices independently, and moreover we can admit that an unique optimization problem is invariant to a specific student. So we introduce the boolean variable

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{if the student chooses } i\text{-th discipline} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Then the following optimization task arises:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n c_i x_i &\rightarrow \max, \\ \sum_{i=1}^n q_i x_i &\leq W, \\ x_i &\in \{0,1\} \end{aligned}$$

where  $W$  is a given limit for the total amount of credits.

But the stuff is not so simple, and we have to consider different variations of this basic model. This paper considers an issue that the value of any discipline depends not only upon this discipline itself but of selection of other disciplines as well.

### Main part

We have to take into account not only the values of separate disciplines but some functions of usefulness of the whole sets of selected courses. We will denote the usefulness of the set  $S=\{s_1, \dots, s_n\}$  as  $u(S)$ , or  $u(s_1, \dots, s_n)$ . This function, of course has not to be linear. We distinguish three cases:

- function  $u$  is additive:  $u(S) = \sum_i u(s_i)$

- function  $u$  is sub-additive:  $u(S) < \sum_i u(s_i)$
- function  $u$  is super-additive:  $u(S) > \sum_i u(s_i)$

So we regard a more complicated optimization task which is generally non-linear:

$$u(x_1, \dots, x_n) \rightarrow \max,$$

$$\sum_{i=1}^n q_i x_i \leq W,$$

$$x_i \in \{0,1\}$$

Of course, solving this problem by means of the straightforward search is usually unrealistic because of the dimensionality problem. We regard the following heuristic approaches:

- using genetic algorithms shown to be good for solving different optimization tasks [1]. As a goal function we propose to use the discrepancies between the rankings of sets obtained by the algorithm and those recommended by experts. An important issue is that we may regard not the whole set of all possible pair comparisons but some subset of them only;
- using techniques of Data Mining [2] for discovering typical patterns of discipline sets; Apriori algorithm appears to be appropriate for this task;
- reducing values of disciplines which is very similar to those already included to the selected set; an approach similar to the one based on the fuzzy rule “if the distance is AVERAGE then the relevance is HIGH” where AVERAGE DISTANCE and HIGH RELEVANCE are fuzzy concepts defined by their membership functions [3] is being developed;
- combining of these approaches.

## Conclusions

It appears to be useful to build a recommendation systems aimed to choosing optimal sets of selective disciplines within the e-learning environment. It should be taken into account that the value of any discipline depends not only upon this discipline itself but of selection of other disciplines as well. A non-linear optimization task is suggested as the model of this problem; some heuristic approaches for solving this task on the base of soft computing are regarded.

## References

1. *Glybovets M., Gulayeva N.* Evolutional algorithms. – Kyiv, NaUKMA, 2013. – 828 p. (in Russian)
2. *Bing L.* Web Data Mining: Exploring Hyperlinks, Contents and Usage Data, Springer Verlag, 2011.
3. *Oletsky O.* An approach to forming recommendations at the web-portal on the base of fuzzy sets. //Scientific Notes of the National University Kyiv-Mohyla Academy. Computer Science, 2015. – Vol.177. – pp.57-60. (in Ukrainian)

UDC 004.942

<sup>1</sup>Vitaliy Pavlenko

DSc, Professor, Department of Computerized Control Systems, Professor

<sup>2</sup>Dmytro Salata

Student

<sup>1,2</sup>Odessa National Polytechnic University, Odessa

## CONSTRUCTING NONLINEAR DYNAMIC MODEL OF OCULO-MOTOR SYSTEM BASED ON EXPERIMENTAL STUDIES OF INPUT-OUTPUT

**Introduction.** The innovative technology of Eye tracking which is rapidly developing nowadays - is the process of determination of the point where look being sent to or the determination of eye movements relatively to the head. This high-tech innovation has been further developed and effectively used in the construction of a mathematical model of process of tracking eye movement to detect anomalies in data tracking to quantify the motor symptoms of Parkinson's disease [1].

The purpose of work is development method for constructing nonparametric dynamic model of oculo-motor system (OMS) in the form Volterra series, based on experimental studies of "input-output" and also computational tools and software for the information technology processing experimental data [2].

**Results of Identification OMS Transient Function.** Taking into account specificity investigated object to identification used test multistep signals. If test signal  $x(t)$  represents an identity function (Heaviside function) –  $\theta(t)$ , the result of identification the transition function of the first order and the diagonal section  $n$ -th order.

To determine the sections subdiagonal transition functions  $n$ -th order ( $n \geq 2$ ) OMS tested using the  $n$  step test signal with given amplitude and different intervals between signals. With appropriate processing responses get subdiagonal section  $n$ -dimensional transition functions  $h_n(t - \tau_1, \dots, t - \tau_n)$ , which represent  $n$ -dimensional integral of Volterra kernel  $n$ -order  $w_n(\tau_1, \dots, \tau_n)$  :

$$h_n(t - \tau_1, \dots, t - \tau_n) = \int_0^\infty \dots \int_0^\infty w_n(t - \tau_1 - \lambda_1, \dots, t - \tau_n - \lambda_n) d\lambda_1 \dots d\lambda_n. \quad (1)$$

To determine the diagonal section of the transient response second order object is tested at first step signal with an amplitude of the  $a$  (horizontal distance to light spot from the starting point, represents the original position the pupil).

Measured response of the eye  $y_1(t)$ ,  $y_2(t)$ ,  $y_3(t)$  to the input test signals  $a_1\theta(t)$ ,  $a_2\theta(t)$  and  $a_3\theta(t)$  ( $L=3$ ) for values of the test signal amplitudes  $a_1=0,33$   $a_2=0,66$  and  $a_3=1$ .

Obtained graphs of OMS transient functions first  $\widehat{h}_1(t)$ , second  $\widehat{h}_2(t, t)$  and third order  $\widehat{h}_3(t, t, t)$  shown in Figure 1.

The model response is calculated on the basis of estimates of the transient functions  $\hat{h}_1(t)$ ,  $\hat{h}_2(t, t)$  and  $\hat{h}_3(t, t, t)$

$$\tilde{y}(t, a) = a\hat{h}_1(t) + a^2\hat{h}_2(t, t) + a^3\hat{h}_3(t, t, t). \quad (2)$$

Comparison of responses the OMS of identify  $y(t)$ , model  $\hat{y}(t)$  and partial component of response OMS first  $\hat{y}_1(t, a_1)$ , second  $\hat{y}_2(t, a_1)$  and third order  $\hat{y}_3(t, a_1)$  at an amplitude  $a_1=0.33$ .

Comparison of the response of the constructed model  $\tilde{y}(t, a)$  with the response of the identified OMS (with experimental data)  $y(t, a)$  shown in Figure 2.

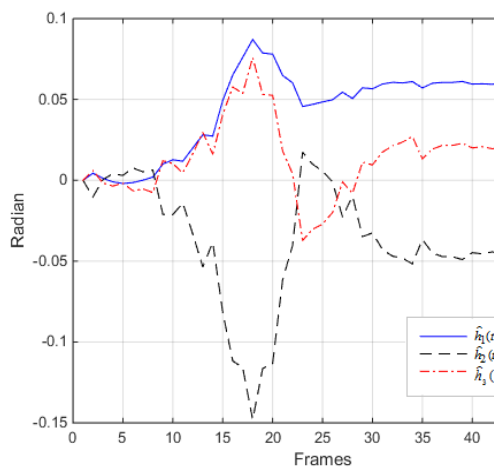


Figure 1 – Transient functions  $\hat{h}_1(t)$ ,  $\hat{h}_2(t, t)$  and  $\hat{h}_3(t, t, t)$

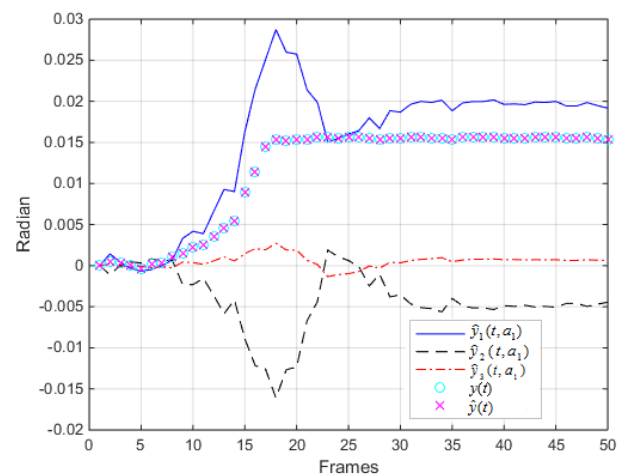


Figure 2 – Responses of the OMS  $y(t)$  and model  $\hat{y}(t)$ ,  $\hat{y}_1(t, a_1)$ ,  $\hat{y}_2(t, a_1)$ ,  $\hat{y}_3(t, a_1)$

**Conclusion.** Proposed a new method and information technology of construction nonparametric dynamic models of human OMS given its nonlinear and inertial properties on the basis of experimental data "input-output". This uses a mathematical model in the form of integral-power polynomial Volterra (multidimensional transition functions). Has been the further development of information technology «Eye tracking» and developed software tools identify OMS.

Basis on these experimental studies OMS for different amplitudes of input signals (distance eye point perturbations on the initial position on the screen). Using the method of least squares construct nonparametric dynamic model of the human OMS in the form of transition and diagonal sections of the two-dimensional and three-dimensional transition functions. This mean square error (MSE) of identification is at  $\sigma=0.0009$ .

## References

1. Jansson, D. (2015). Stochastic Anomaly Detection in Eye-Tracking Data for Quantification of Motor Symptoms in Parkinson's Disease. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 823, 63-82. DOI:10.1007/978-3-319-10984-8\_4
2. Масри, М.М., Павленко С.В., Павленко В.Д. (2015). Построение аппроксимационной модели Вольтерра нелинейной системы с помощью полиимпульсных тестовых сигналов. *Информатика и математические методы в моделировании*. Одесса: ОНПУ. Том 5, №2, 142–151. УДК 007.629.735

УДК 519.72

<sup>1</sup>Али Аль-Аммори,

д-р техн. наук, профессор,

<sup>2</sup>А.О. Дегтярева,

Аспирантка

<sup>3</sup>Хафед И. С. Абдулсалам,

аспирант,

<sup>4</sup>Верховецкая И. Н.,

аспирантка,

<sup>1-4</sup>Национальный транспортный университет, Киев, Украина

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ

**Введение.** Одним из эффективных способов оценки качества различных видов информационного резервирования является информационный критерий, при котором определяется энтропия одиночного источника информации, а также энтропия, полученная в результате одного из видов информационного резервирования. Разность этих двух энтропий определяет количество информации, полученное в результате данного вида информационного резервирования. По количеству полученной информации можно судить об эффективности того или иного вида резервирования и давать сравнительные оценки каждого из перечисленных видов.

**Основная часть.** Рассмотрим это на конкретном примере. Пусть дано три источника информации, каждый из которых характеризуется тремя показателями качества:  $a$  - вероятность достоверных данных,  $b$  - вероятность ложной тревоги,  $d$  - вероятность необнаружения.

Пусть вероятность  $a$  изменяется от 0,5 до 0,9:  $a = 0.5, 0.6, \dots, 0.9$ . Пусть вероятности  $b(a) = d(a)$  и определяются зависимостями  $b(a) = \frac{1-a}{2}$ . При этом, энтропия  $H(a)$  такого источника информации выражается формулой [1]:

$$H(a) = -1,44[a \cdot \ln(a) + 2 \cdot b(a) \cdot \ln(b(a))] \quad (1)$$

Как известно [2], при параллельном информационном резервировании для трех источников информации в соответствии с мажоритарным принципом «2 из 3» вероятность  $p_1(a)$  достоверного определения контролируемого явления равна

$$p_1(a) = a^3 + 3a^2 \cdot d(a) + 3a^2 b(a) + 6 \cdot a \cdot b(a) \cdot d(a), \quad (2)$$

Вероятность  $p_2(a)$  необнаружения и вероятность  $p_3(a)$  ложной тревоги, соответственно, определяются выражениями:

$$\left. \begin{aligned} p_2 a &= d^3(a) + 3 \cdot a \cdot d^2(a) + 3 \cdot b(a) \cdot d^2(a) \\ p_3 a &= b^3(a) + 3 \cdot b^2(a) \cdot d(a) + 3b^2(a) \cdot a \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Энтропия  $H_1(a)$ , полученная в результате параллельного информационного резервирования в соответствии с мажоритарным принципом «2 из 3», может быть



вычислена согласно формуле

$$H_1(a) = -1,44 \cdot [p_1(a) \cdot \ln(p_1(a)) + p_2(a) \cdot \ln(p_2(a)) + p_3(a) \cdot \ln(p_3(a))] \quad (4)$$

Количество информации  $I(a)$ , полученное в результате такого параллельного резервирования, определяется как разность энтропий  $H(a)$  и  $H_1(a)$

$$I(a) = H(a) - H_1(a) \quad (5)$$

При последовательном информационном резервировании вводятся параметры [3]: коэффициент  $\gamma(a)$  качества источника информации, как отношение вероятности  $b(a)$  ложной тревоги или вероятности  $d(a)$  необнаружения к вероятности  $a$  достоверного обнаружения, т.е.  $\gamma(a) = \frac{b(a)}{a}$ , а также вводится коэффициент априорности  $\beta(a)$  данных в соответствии с формулой

$$\beta(a) = \frac{1 - \alpha}{\alpha}, \quad (6)$$

где  $\alpha$  - априорная вероятность контролируемого явления.

Известно [2,3], что если при последовательных запросах одного и того же источника имеет место два подтверждения, то вероятности  $P_{01}(a)$  достоверного обнаружения,  $P_{02}(a)$ , необнаружения и  $P_{03}(a)$  ложной тревоги, соответственно, определяются выражениями

$$\left. \begin{aligned} P_{01}(a) &= \frac{1}{1 + \gamma^2(a) \cdot \beta(\alpha)} \\ P_{02}(a) &= \frac{\gamma^2(a)}{\beta(\alpha) + \gamma^2(a)} \\ P_{03}(a) &= \frac{\beta(\alpha) \cdot \gamma(a)}{1 + \gamma^2(a)} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Как правило, априорная вероятность  $\gamma$  контролируемого явления неизвестна и принимается  $\gamma = 0,5$ , тогда  $\beta(\alpha) = 1$ , и формулы (7) упрощаются

$$\left. \begin{aligned} P_{01}(a) &= \frac{1}{1 + \gamma^2(a)} \\ P_{02}(a) &= P_{03}(a) = \frac{\gamma^2(a)}{1 + \gamma^2(a)} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Соответственно, энтропия  $H_2(a)$  последовательного информационного резервирования может быть вычислена по выражению

$$H_2(a) = -1,44 \cdot [p_{01}(a) \ln(p_{01}(a)) + 2 p_{02}(a) \ln(p_{02}(a))] \quad (9)$$

Количество информации  $I_1(a)$ , полученное в результате последовательного информационного резервирования после 2-х проверок наличия контролируемого явления, может быть определено по формуле

$$I_1(a) = H(a) - H_2(a) \quad (10)$$

Рассмотрим теперь комбинированное информационное резервирование, когда после того, как каждый из 3-х источников запрашивался последовательно 2 раза,

применяется мажоритарный принцип принятия решения по критерию «2 из 3». При этом, вероятности  $P_{11}(a)$  достоверного обнаружения,  $P_{12}(a)$  необнаружения контролируемого явления и  $P_{13}(a)$  - вероятность ложной тревоги определяются по выражениям

$$\left. \begin{aligned} P_{11}(a) &= P_{01}^3(a) + 3 \cdot P_{01}^2(a) \cdot P_{02}(a) + 3 \cdot P_{01}^2(a) \cdot P_{03}(a) + \\ &+ 6 \cdot P_{01}(a) \cdot P_{02}(a) \cdot P_{03}(a) \\ P_{12}(a) &= P_{02}^3(a) + 3 \cdot P_{01}(a) \cdot P_{02}^2(a) + 3 \cdot P_{03}(a) \cdot P_{02}^2(a) \\ P_{13}(a) &= P_{03}^3(a) + 3 \cdot P_{01}(a) \cdot P_{03}^2(a) + 3 \cdot P_{02}(a) \cdot P_{03}^2(a) \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Соответственно, вычисляется энтропия  $H_3(a)$  комбинированного информационного резервирования

$$H_3(a) = -1,44 \cdot [p_{11}(a) \ln(p_{11}(a)) + p_{12}(a) \ln(p_{12}(a)) + p_{13}(a) \ln(p_{13}(a))] \quad (12)$$

Количество информации  $I_2(a)$ , полученное в результате комбинированного информационного резервирования, определяется формулой

$$I_2(a) = H(a) - H_3(a) \quad (13)$$

Анализ полученных формул показывает, что наиболее информативным является комбинированное информационное резервирование, при котором получают наибольшее количество информации  $I_{a_2}(a)$  даже при условии, что качество источников информации, характеризуемое вероятностью  $a$  достоверного обнаружения контролируемого явления одним источником, будет ниже, чем для источников информации с параллельным и последовательным информационным резервированием.

**Вывод.** Наиболее эффективным критерием оценки качества различных способов резервирования является информационный критерий. Такой обобщенный критерий позволяет легко и просто оценить эффективность применения различных критериев « $m$  из  $n$ » для параллельного и « $k$  из  $\nu$ » для последовательного информационного резервирования.

#### Список использованной литературы

1. Темников Ф.Е., Афонин В.А., Дмитриев В.И. Теоретические основы информационной техники. - М.: Энергия, 1971. - 410 с.
2. Аль-Аммори Али. Математическая модель параллельного информационного резервирования информационно-управляющих систем воздушных судов // Системы и средства искусственного интеллекта (ССИИ - 2007). – Донецк, 2007. - С. 22-25.
3. Аль-Аммори Али. Анализ возможностей повышения достоверности информации способом последовательного резервирования // Проблемы транспорту: Зб. наук. праць. – К.: НТУ, 2008. – Вип. 5. - С. 43-46.

УДК 629.735.05:004(042.3)

<sup>1</sup> **Али Аль-Аммори**

д.т.н., профессор

<sup>2</sup> **А.Е. Клочан**

аспирант

<sup>3</sup> **Х.А. Аль-Аммори**

аспирант

<sup>1,2,3</sup> Национальный транспортный университет, Киев, Украина

## МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

**Вступление.** Проблема повышения эффективности информационно-управляющих систем (ИУС) воздушных судов (ВС), в целом, представляет собой многостороннюю и слабоструктурированную задачу [1]. При исследовании и разработке методов и средств повышения эффективности требуется всестороннее рассмотрение проблемы с точки зрения надежности и живучести авионики, достоверности информации и обеспечения безошибочной работы экипажа и ИУС для обеспечения регулярности и безопасности полета (БП). На сегодняшний день по официальным данным известно, что около 20% авиапроисшествий (АП) обусловлены техническим фактором, а 80% аварийности связаны с человеческим фактором (ЧФ) и ошибками экипажа. При этом большая доля авиапроисшествий, около 40 %, приходится на этап посадки. Одним из направлений повышения эффективности ИУС ВС является повышения точности и достоверности информации, которая поступает в ИУС.

**Решение проблемы.** По результатам расследования авиационных происшествий с тяжелыми самолетами за длительный период их эксплуатации была приведена классификация основных недостатков техники по следующим категориям:

- отсутствие необходимого уровня резервирования систем, отказ которых приводит к возникновению катастрофических и аварийных ситуаций;
- наличие общих точек в системах, приводящих к отказу системы, несмотря на предусмотренное резервирование;
- самопроизвольное срабатывание систем, приводящее к возникновению аварийных ситуаций;
- недостаточная эффективность предупреждающей сигнализации опасных режимов полета;
- эргономические недостатки систем самолетов, способствующих возникновению ошибочных действий экипажа;
- неудовлетворительная компоновка и монтаж систем на борту самолетов;
- отсутствие блокировок возможных опасных ошибочных действий экипажа.

Попытки решение этих проблем с помощью системной методологии удавались лишь на некоторых этапах жизненного цикла ВС. Вследствие этих попыток улучшилось качество и условия работы авионики и экипажа. Также

известны попытки снятия теоретических и практических трудностей на основе функциональной методологии, которая включает в себя следующие основные модели:

- модель функционального отказа;
- модели нарушения функционирования системы, как перечень функциональных отказов, определённых с помощью экспертного метода;
- модель определения степени опасности.

Общие недостатки предусмотренных методов при исследовании БП можно описать следующим образом:

- оценка уровня БП только по риску (оценка отрицательных факторов, влияющих на БП) и игнорирование оценки по эффективности (оценка положительных факторов, оказывавших влияние на БП);

- весьма ограничена статистика при оценке БП (2% от общей статистики полетов), оценка только по отрицательным событиям (инциденты, аварии, катастрофы и т.д.);

- практическая невозможность оценки БП при положительных тенденциях и снижении рисков полета;

- невозможность оценки уровня “нулевой аварийности” (нет замечаний, нет аварий, нет катастроф и нет оценки);

- применение концепции виновников за авиапроисшествия, вместо выявления природы ошибок;

- отрицательная мотивация летного состава (ЛС), касающаяся основных форм летного менеджмента – например, таких как разбор полетов;

- не рассматриваются общие закономерности перехода от анализа свойств, к анализу -  $\Delta$  (дельта) характеристик, который является первым шагом на пути к процессному анализу;

- не проводится классификация  $\Delta$ - изменений по количественным и качественным признакам.

При использовании процессного подхода вводится понятие процесса через  $\Delta$  - характеристики любых процессов. На основе  $\Delta$  - анализа проводится анализ положительных полетов по уровню неопределенности, которые ранжируются следующим образом:

- факторно-безопасные полеты, полеты, в которых летные экипажи эффективно противодействуют факторным нагрузкам;

- относительно факторно-безопасные полеты, полеты, в которых летные экипажи эффективно противодействуют функциональным нагрузкам, но в предельно сложных полетных ситуациях уровень противодействия требует коррекции;

- предельно факторно-неопределенные полеты, полеты, в которых уровень противодействия требует серьезной коррекции.

Под отрицательными полетами при таком подходе понимаются полеты с замечаниями, полеты с отклонениями, полеты с нарушениями, полеты с инцидентами, полеты с серьезными инцидентами, АП без гибели людей или с

катастрофами. На основе процессного анализа даются основные понятия и определения процессной эффективности (ПЭ) [2].

Для решения вопросов повышения эффективности в работе предлагается на основе процессного подхода следующая структура исследования.

- Анализ полифакторных процессов полета в ГА.
- Информационное резервирование авионики и ИУС ВС на основе новых принципов с учетом реальной технической надежности и отказобезопасности.
- Оптимизация структур ИУС и экономического обоснования практического применения предложенных методов, которые создают новые направления обеспечения безопасности, регулярности и эффективности процессов полета с использованием информационных технологии, показанные на рис.1.



**Рис.1. Основные направления обеспечения эффективности ИУС ВС**

**Выводы.** Проблема повышения эффективности функционирования информационно-управляющих систем и БП воздушных судов на

методологическом уровне сложна и требует применения новых информационных технологий. Для этих целей предлагаются рассмотрение теоретические основы полифакторных процессов и информационно-факторного анализа (ИФА) с целью исследования деятельности экипажей самолетов нового поколения (СНП), а также, исследование информационных нагрузок при работе экипажа с системой управления и пилотажно-навигационным оборудованием, а также при факторной эксплуатации.

Для решения поставленных задач необходимо рассмотреть основные способы повышения достоверности информации при распознавании опасных полетных ситуаций в ИУС методами параллельного, последовательного и комбинированного информационного резервирования. Третье направление решает вопросы выбора и оптимизации структур ИУС, где большое внимание уделяется реализации экономически выгодных структур при сохранении точности и надежности производственных процессов.

#### **Список использованной литературы**

1. Федоров С.М., Михайлов О.И., Сухих Н.Н. Бортовые информационно-управляющие системы / Под ред. С.М. Федорова. - М.: Транспорт, 1994. - 262 с.
2. Аль-Амморі Алі. Процесний підхід до забезпечення ефективності інформаційно-керуючих систем повітряних суден / Алі Аль-Амморі // Вісник НАУ. – К., 2008. – № 4. – С.41- 47.

УДК 004.93

**Л.Г.Ахметшина**

д.т.н., профессор, профессор

*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, Днепропетровск*

## СЕГМЕНТАЦИЯ СЛАБОКОНТРАСТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ В СИНГУЛЯРНОМ БАЗИСЕ

**Вступление.** Постоянно возрастает количество практических задач, связанных с цифровой обработкой изображений, являющихся результатом стандартных методов исследования, например, в медицине, геофизике, спутниковом мониторинге Земли. Слабый контраст - распространенный дефект многих изображений, в частности, медицинских, обусловленный широким диапазоном воспроизводимых яркостей, нередко сочетающийся с нелинейностью характеристики передачи уровней серого [1]. Сегментация изображений является важным шагом во всех случаях обработки, однако, объекты интереса не всегда могут быть определены четко. В связи со сложностью и неоднозначностью возможного решения, современные подходы для решения задач сегментации слабоконтрастных изображений используют методы, основанные на идеях нечеткости [2]. Такой подход является своего рода нелинейным преобразованием, отличие которого от других хорошо известных методик заключается в том, что преобразование выполняется над функциями принадлежности к предварительно определенным кластерам.

**Основная часть.** Изображение  $G$  размера  $M \times N$  с  $L$  - уровнями серого яркости может быть представлено в виде массива нечетких множеств относительно анализируемого свойства, в частности, яркости, со значением функции принадлежности  $\mu_{xy}$  изменяющейся в интервале  $[0,1]$ , для каждого пикселя

$$G = \bigcup_{m=1}^M \bigcup_{n=1}^N \mu_{mn} X_{mn}.$$

Структура предлагаемого алгоритма предполагает наличие следующих этапов.

1. Задание числа  $c$  – количества нечетких кластеров, и проведение процедуры нечеткой кластеризации. Значимое число кластеров в изображении априорно является неизвестным. Каждый из классов, содержит информацию, пригодную для анализа, однако излишнее количество кластеров приводит к избыточности и сложности анализа.

2. Выполнение автоморфного отображения (однозначное отображение функции самой на себя), что осуществляется посредством использования скользящей рамки (3x3 в нашем эксперименте) и обеспечивает расширение пространства исходных данных и учет их топологии.

3. Формирование трехмерного массива  $U$  значений функций принадлежности  $\mu_i, i = 1, 2, \dots, c$  для каждого пикселя исходного изображения. (размерность третьей

координаты равна числу задаваемых кластеров с). Информативность каждой ее составляющей является неизвестной.

4. Применение метода сингулярного разложения к массиву  $U$ .

5. Переход в комплексную плоскость с использованием ортонормированных составляющих нечеткой функции принадлежности первых трех наибольших собственных значений сингулярного разложения и формирование сегментированного изображения на основе их амплитудных характеристик.

На рис. 1 представлены результаты сегментации МРТ-изображения (рис. 1 а) различными методами: нечеткой кластеризации FCM с формированием результата на основе максимального значения функции принадлежности по исходным данным (рис. 1 б) и с расширенным пространством признаков за счет автоморфного отображения п. 2 (рис. 1 б), а также на основе амплитудной характеристики сингулярного разложения функций принадлежности с максимальным значением собственного числа.

Использование сингулярного разложения к функциям принадлежности обеспечивает реорганизацию кластеров - устранение излишней детализации, артефактов, повышает четкость выделения объектов интереса, что облегчает процедуру интерпретации результата.

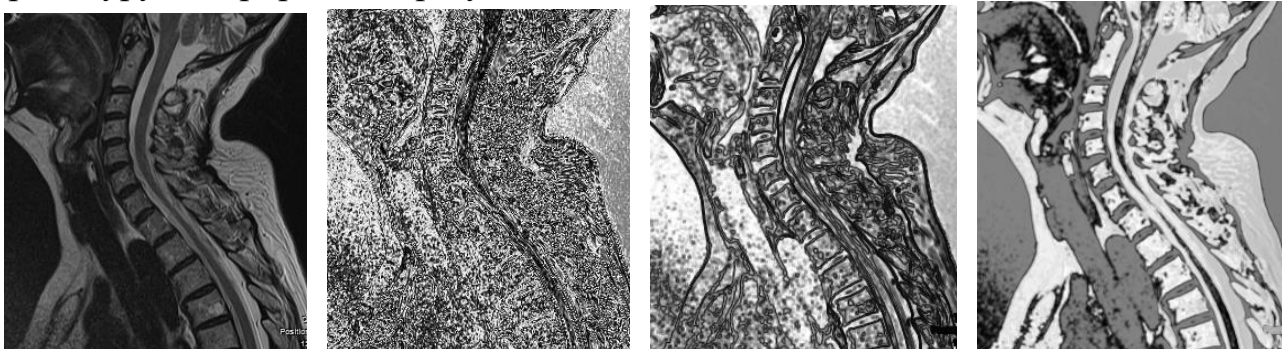


Рис. 1. Визуализация результатов нечеткой кластеризации МРТ-изображения (6 классов): а – исходное изображение; б- максимум функции принадлежности по исходным данным и расширенным пространством признаков; в – представленный метод

**Выводы.** Переход в комплексную плоскость и формирование сегментированного изображения на основе амплитудных характеристик ортонормированных составляющих нечеткой функции принадлежности позволяет повысить достоверность и чувствительность сегментации слабоконтрастных изображений.

#### Список использованной литературы

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р.; Вудс [пер. с англ. под ред. П.А.Чочиа]. – М.: Техносфера, 2006. –1070 с.
2. А. Егоров. Оптимизация яркости изображений на основе нейро-фаззи технологий / А. Егоров, Л. Ахметшина. Монография. Изд. Lambert. –2015. –139 с.



УДК 669.18.001.53 : 004.62

<sup>1</sup> **Н.А. Антоненко,**

студент

<sup>2</sup> **Т.А. Желдак**

к.т.н., доц., доцент кафедри системного аналізу і управління

<sup>1,2</sup> *Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м.Дніпро*

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ГРУПОВОГО ВРАХУВАННЯ АРГУМЕНТІВ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ СТІЙКОСТІ ФУТЕРОВКИ КОНВЕРТЕРА**

**Вступ.** В даний час, як в Україні, так і закордоном виробництво конвертерної сталі отримало швидке та широке розповсюдження, завдяки своїй простоті та високій продуктивності, низькими капітальними та експлуатаційними витратами, і зараз є провідним сталеплавильним процесом в світі [1]. Одним з найбільших джерел витрат на конвертерному виробництві сталі є заміна футеровки конвертера. Тому у світовій практиці, виробництва сталі в конвертерах домінують тенденції підвищення стійкості футеровки конвертера та прогнозування зношення різних частин футеровки, в залежності від специфіки її навантаження.

Ще в минулому столітті вчені виявили основні фактори що впливають на термін роботи футеровки конвертера. З [2] відомо, що такі фактори можна поділити на технічні (якість застосування вогнетривких матеріалів та схема кладки) і технологічні (якість чавуну, основність плавки, виконання додувок та способи догляду за футеровкою протягом компанії).

Оскільки багато авторів [1,2] сходяться на думці про складність модельованого процесу, а також за умови невеликої кількості інформації про структуру моделі, раціонально використати метод групового врахування аргументів (МГУА) для знаходження якісної регресійної моделі.

**Опис початкової вибірки.** До опрацьованої інформації входять всі вище згадані чинники впливу, а саме данні про 22 фактори технологічного процесу, що описують роботу 91-ої футеровки протягом 2004-2011 років у кон-вертерному цеху ПАТ «ЄВРАЗ ДМЗ».

**Опис дослідження.** В ході розвідувального аналізу даних, був видалений один предиктор з кожної пари, що описують однакові дослідження. Предиктори обиралися, опираючись на оцінку їх нелінійної статистичної залежності з результуючою характеристикою стійкості футеровки конвертера, методом, що базується на оцінюванні значень коефіцієнтів детермінації з використанням невідомих функцій регресії, отриманих методом рухомих середніх.

Було проведено однофакторний дисперсійний аналіз для виявлення впливу пори року та виробника футеровки на якість роботи конвертера. З вибірки даних були обґрунтовано видалені два дослідження, тим самим було виконано всі умови для використання методу найменших квадратів.

В результаті розвідувального аналізу даних отримані данні про 13 факторів технологічного процесу, що описують роботу 89-ти футеровок.

При побудові моделей за МГУА, особлива увага приділяється вірному вибору критерія самоорганізації який має забезпечити правильний відбір моделей рішень, що будуть адекватні по відношенню до нових даних та стійкі до шуму. Тому в роботі використано два критерія самоорганізації. Перший, «принцип зовнішнього доповнення» запропонований автором МГУА, академіком НАНУ А.Г. Івахненком, що базується на теоремі Геделя про неповноту. Другий, запропонований в [3], де для вибору опорної функції між двома предикторами, пропонується використовувати внутрішній критерій, що накладає «штраф» на кількість параметрів моделі. Водночас, для вибору найкращих моделей в кожному раді селекції пропонується використовувати зовнішній критерій стандартної перехресної перевірки (cross-validation).

Також, в моделях МГУА були введено дозвіл на від'ємність степенів опорних функції. Останнє актуально, оскільки в [4] зазначено, що такий підхід дозволяє не тільки значно підвищити фізичну відповідність моделей сутності процесів, а й створити новий тип предикторів, а саме співвідношення різного вигляду. В якості опорних функцій було обрано повну функцію першого порядку з чотирма коефіцієнтами.

**Висновки.** В ході роботи доведено, що всі побудовані моделі адекватно описують реальний процес. Але, у зв'язку з невеликою різницею між оцінками, розрахованими за критеріями регулярності, Акаїке та стандартної перехресної перевірки у всіх моделей, для даного випадку, авторами для оціночного прогнозування стійкості футеровки рекомендується використання лінійної моделі, побудованої за допомогою комбінаторного алгоритму покрокового регресійного аналізу (Дрейпер, Смит, 1987), через її простоту та легкість інтерпретації. Водночас комплексна модель, отримана за МГУА, може бути застосована для більш тонкого аналізу впливу окремих предикторів на усталений режим роботи футеровки.

#### Список використаних джерел

1. Пантейков С.П. Анализ мирового развития и современное состояние технологий ошлакования футеровки кислородных конвертеров [текст] / С.П. Пантейков // Бюллетень «Черная металлургия» - №6. – 2013. – с.65-78.
2. Желдак Т.А. Використання технології OLAP для прогнозування стійкості футеровки конвертера [текст] / Т.А. Желдак // Праці VII міжнародної школи-семінару «Теорія прийняття рішень». – Ужгород, УжНУ, 2014. – с. 105-106.
3. Мاستицкий С.Э., Шитиков В.К. (2014) Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. – Электронная книга, адрес доступа: [<http://r-analytics.blogspot.com>]
4. Желдак Т.А. Застосування зворотних залежностей у математичних моделях складних об'єктів та систем/ Т.А. Желдак // Системні дослідження та інформаційні технології, 2012, №3. – с.95-106.

УДК 004.93

<sup>1</sup> **Р.О. Багрій**

ст. викладач

<sup>2</sup> **О.В. Бармак**

д-р техн. наук, професор, професор кафедри

<sup>3</sup> **Ю.В. Крак**

д-р фіз.-мат. наук, професор, зав. кафедри

<sup>4</sup> **І.О. Стеля**

к-т техн. наук, ст.н.сп.

<sup>1,2</sup> *Хмельницький національний університет, м. Хмельницький*

<sup>3,4</sup> *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ*

## **ПІДХІД ДО ВВЕДЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ОБМЕЖЕНОМУ УСНОМУ МОВЛЕННІ**

Альтернативна та додаткова комунікація (Augmentative and Alternative Communication – AAC) використовується для надання допомоги людям, у яких через вроджені або набуті розлади відсутнє або суттєво обмежене усне мовлення.

Сучасний розвиток засобів обчислювальної техніки та інформаційних технологій (ІТ) дозволяє суттєво розвинути засоби комунікації на базі складних технічних пристроїв. Запропонована ІТ для реалізації альтернативних підходів до спілкування [1]. Ключовим моментом запропонованої ІТ є інтелектуалізація введення інформації за допомогою системи прискореного введення тексту у цифрові пристрої. Для реалізації запропонованої ІТ запропоновано модель корпусу розмовної української мови. Інформаційна система, що реалізує запропоновану ІТ використовує меншу кількість команд для введення букв і прогнозує варіанти слів, базуючись на даних корпусу слів і словосполучень для спілкування.

Дослідження і моделювання системи введення тексту з прогнозуванням базувалось на:

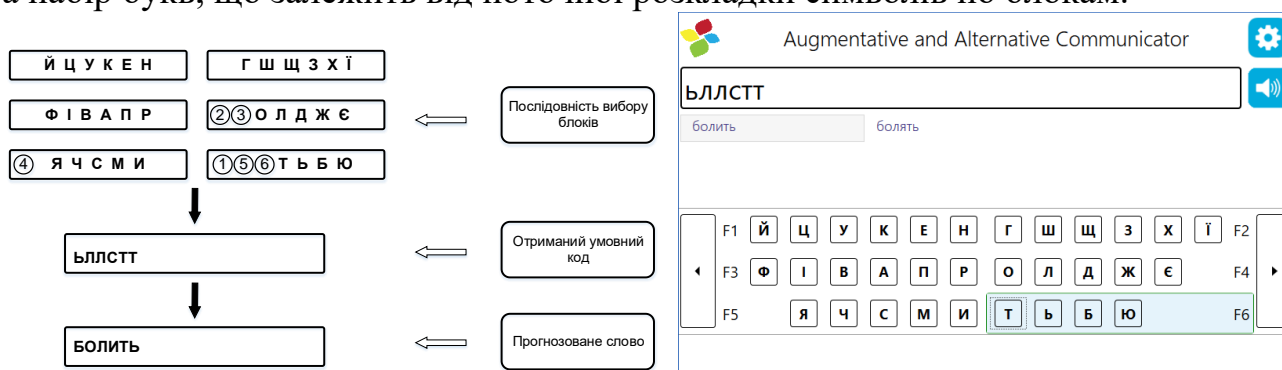
- формуванні множини (корпусу) слів (словосполучень) української мови (обмеженого словами для повсякденного спілкування) з побудовою відповідної моделі для можливості прогнозування наступних слів в словосполученні;
- групуванні (з відповідним кодуванням) множини букв українського алфавіту в певному порядку проходження: алфавітний, клавіатурний («qwerty»), за частотою використання тощо.

Для формування корпусу слів запропоновано використовувати експертний підхід. Це обумовлено тим, що потрібно підібрати слова і словосполучення, що використовуються в повсякденному спілкуванні. Для цього використано джерела з контенту україномовних сайтів, періодичної преси, словників-розмовників тощо.

Для моделювання отриманого обсягу текстової множини з метою подальшого прогнозування слів в словосполученнях запропоновано отримані речення з діалогів розбити на N-грами - юніграми, біграми і триграми [2].

Метою побудови N-грамних моделей є визначення ймовірності використання заданої фрази (словосполучення). Цю ймовірність можна задати формально як ймовірність виникнення послідовності слів у деякому корпусі (наборі текстів). Для оцінки цих ймовірностей потрібен відповідний метод. Самим простим та найбільш інтуїтивним способом оцінки ймовірності є метод максимальної подібності MLE [2].

Запропонована адаптована технологія для введення інформації меншою кількістю клавіш [3]. Вона передбачає для введення використовувати блоки, що складаються із згрупованих букв українського алфавіту в певному порядку слідування: алфавітний, клавіатурний («qwerty»), за частотою використання тощо. Технологія передбачає, що одним натисканням буде вибрана не конкретна буква, а набір букв, що залежить від поточної розкладки символів по блокам.



**Рис 1. Технологія введення інформації меншою кількістю клавіш**

Введене таким чином слово є умовним кодом, отриманим для поточної розкладки символів на клавіатурі. Далі цей код порівнюється з внутрішнім словником, що містить слова або словосполучення (N-грами) і пропонується найбільш ймовірне слово.

Подальші дослідження спрямовані на реалізацію запропонованого способу альтернативного спілкування за допомогою стандартних гаджетів (планшети, телефони) з метою використання для організації діалогів з людьми, у яких тимчасово відсутній або ускладнений канал основний вербальної комунікації.

#### Список використаних джерел

1. Кривонос Ю.Г. Новые средства альтернативной коммуникации для людей с ограниченными возможностями / Ю.Г. Кривонос, Ю.В. Крак, А.В. Бармак [та ін.] // Кибернетика и системный анализ – 2016. том 52, – № 5. – С.3–13.
2. Jurafsky D. Speech and Language Processing / D. Jurafsky, J.H. Martin – Second edition. – Pearson Prentice Hall, 2009. – 988 p.
3. Крак Ю.В. Система ввода текста для альтернативной коммуникации / Ю.В. Крак, А.В. Бармак, Р.А. Багрий // Проблемы управления и информатики – 2017. – № 3. – С.5–13.

УДК 519.226, 004.832.34

<sup>1</sup> **Р.І. Банах**

Аспірант

<sup>2</sup> **А.З. Піскозуб**

Кандидат технічних наук, доцент

<sup>1,2</sup> *Національний університет «Львівська політехніка»*

## **ЗБІР ТА ОБРОБКА МЕТАДАНИХ ЗЛОВМИСНИКА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ІМОВІРНИХ МІСЦЬ ЙОГО ПЕРЕБУВАННЯ З ПРИСТРОЇВ СТАНДАРТУ IEEE 802.11**

**Вступ.** Однією із найслабших ланок і найбільш імовірних місць, з яких почнеться атака на підприємство чи конкретну фізичну особу, є бездротова мережа якою він користується. Серйозну проблему створює те, що як користувачі так і зловмисники у бездротових мережах є мобільними. Вони можуть з'являтися і зникати, змінювати своє місце розташування і не є прив'язані до фіксованих точок входу. І навіть після виявлення атаки притягнення до відповідальності зловмисника є не легким завданням. У деяких випадках зловмиснику навіть не потрібно знаходитись в зоні покриття більше однієї хвилини, щоб отримати достатню кількість даних для подальшого дешифрування ключа.

**Сервіси пошуку інформації про точки доступу Wi-Fi.** Сервіс wigle.net (Wireless Geographic Logging Engine) – це ресурс для збору інформації про точки доступу зі всього світу. Користувач може зареєструватись на даному вебсайті і завантажити такі дані як GPS координати, SSID, MAC адресу, тип захисту та інші метадані про знайдені ним точки доступу.

Даний сервіс надає зручний прикладний програмний інтерфейс (англ. Application Programming Interface, API), за допомогою якого можна не тільки завантажити дані про точки доступу, але й отримати дані про ті, які цікавлять.

**Виявлення імовірних місць перебування зловмисника.** Для виявлення атак авторами пропонується використання незалежних сенсорів, які під'єднуються до мережі Інтернет за допомогою інтерфейсу Ethernet. Через провідний канал сенсор передає службові дані, до яких відноситься й інформація про виявлення атак [1-2]. Після виявлення атаки дані зондування з пристроїв зловмисника збираються і передаються на обробку серверу, в середині якого працює нейронна мережа. Набір даних надходить на обробку в нейронну мережу, кожна вітка якої досліджує окремо зондовану мережу. Ім'я мережі передається на сервіс wigle.net, який повертає масив з даними про мережі з переданим йому SSID. Окрім потрібних даних ми отримуємо велику кількість надлишкових даних, наприклад, таких як канал, на якому працює точка доступу і тд. Дані фільтруються та групуються у відповідності до локації, в результаті нами буде отримано масив даних з кожної локації, у якій було знайдено точки доступу з параметрами, які вдалось зібрати з пристроїв зловмисника (рис 1). Вищий пріоритет, очевидно, буде мати регіон, в якому знаходиться атакована точка доступу і відповідно сенсор.

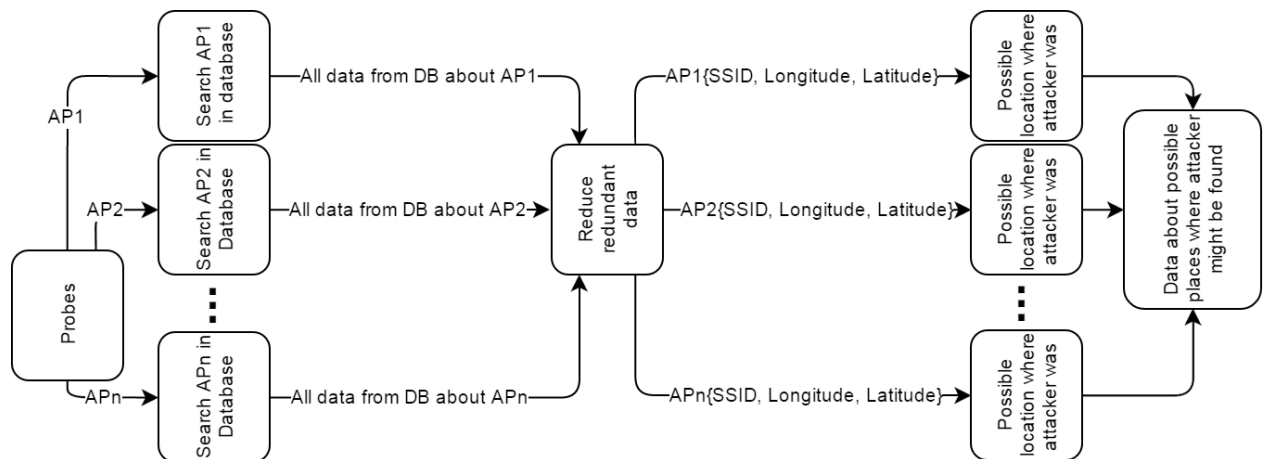


Рисунок 1 - Схема нейронної мережі обробки даних зондування злоумисником і отримання імовірних місць його перебування

**Завади та похибки в ідентифікації пристроїв порушника.** Різниця в силі сигналу мережевих карток різних виробників є очевидною, оскільки навіть бездротові картки однакової моделі одного і того ж виробника можуть мати не ідентичні характеристики.

Логічним є припущення, що злоумисник буде використовувати додаткове підсилення потужності сигналу на пристрої, з якого буде проводитись атака. В такому випадку сенсор зреагує на атаку та не зможе дотягтись до інших пристроїв злоумисника.

У випадку, якщо злоумисник не змінював MAC адресу мережевого інтерфейсу, за допомогою якого відбувається атака, то модель його бездротової картки може бути ідентифікована. Така техніка дасть змогу зрозуміти, чи можливе використання додаткового антенного підсилювача. В свою чергу, ця інформація допоможе зрозуміти, чи можна ідентифікувати інші пристрої, які знаходяться неподалік пристрою, який проводить атаку, як пристрої приналежні до особи, яка проводить атаку на бездротову мережу.

**Висновки.** Реагувати на інциденти у бездротових мережах стандарту IEEE 802.11 є досить не простим завданням, але застосування техніки пошуку злоумисника, запропонованої у даній роботі, може доповнити доказову базу під час розслідування інцидентів.

#### Список використаних джерел

1. Banakh R. / External elements of honeypot for wireless network // Banakh R., Piskozub A., Stefinko Y. "Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications, and Computer Science": Proceedings of the XIIIth International Conference TCSET'2016. Lviv-Slavsko, Ukraine February 23 – 26, 2016. Lviv Publishing House of Lviv Polytechnic 2016. 480-482p.

2. Banakh R. / Wi-Fi Honeypot as a service. Conception of business model // Banakh R. "ENGINEER OF XXI CENTURY": VI INTER UNIVERSITY CONFERENCE OF STUDENTS, PHD STUDENTS AND YOUNG SCIENTISTS. Bielsko-Biala, Poland December 02, 2016. 59-64p.

УДК 519.816

<sup>1</sup> **О.В. Барабаш**

доктор технічних наук, професор, професор кафедри мережевих та інтернет технологій

<sup>2</sup> **А.П. Мусієнко**

кандидат фізико-математичних наук, науковий співробітник факультету інформаційних технологій

<sup>1,2</sup> *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ*

## **ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ РАЙОНУ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ**

На сьогоднішній день актуальними є завдання моніторингу обстановки в районі надзвичайної ситуації. Сутність моніторингу полягає у вимірюванні певної сукупності фізичних параметрів навколишнього середовища, передачі їх на спеціальний пункт прийому інформації для подальшого аналізу. Система моніторингу складається із сукупності датчиків, системи передачі інформації та серверу збору, аналізу та обробки інформації. Параметри, що треба вимірювати обумовлені призначенням всієї системи та її цільовою функцією. Наприклад, це може бути хімічна забрудненість повітря, його задимленість та інші параметри, які характеризують масштабність надзвичайної ситуації. З урахуванням неможливості зняття таких параметрів у просторі на основі звичайних вимірювальних систем, доцільно застосовувати бездротові сенсорні мережі.

Сенсорні мережі складаються із великого числа сенсорів, що розкидаються в хаотичному порядку на заданій території. Кожний сенсор мережі виконує три функції: 1) функцію датчика – вимірює відповідні параметри навколишнього середовища; 2) функцію передатчика – передає накопичену інформацію до адресату, яким є один із найближчих сенсорів; 3) функцію маршрутизатора – приймає від сусідніх сенсорів інформаційні пакети та передає їх по мережі в сторону спеціального пункту прийому інформації, на якому вся інформація аналізується, обробляється та надається зацікавленим особам. Особливістю є те, що зв'язок між сенсорами бездротовий тобто система в залежності від алгоритмів управління маршрутизаторами має властивість самоорганізації (пошук нових маршрутів передачі інформації замість пошкоджених).

Для забезпечення функціонування запропонованої сенсорної мережі необхідно забезпечити її функціональну стійкість. Традиційно це робиться у три етапи: виявлення, локалізація, використання надмірності для відключення несправних сенсорів та передачі функцій тим, що залишились справними.

Виявлення пошкоджень та несправностей сенсорів запропоновано здійснювати на основі тестових взаємних перевірок. Для цього розроблені відповідні методи накопичення діагностичної інформації, аналізу діагностичної інформації та видачі результатів перевірки із заданою достовірністю.

Підвищення достовірності передачі інформації здійснюється за рахунок своєчасного виявлення пошкоджених сенсорів та відключення їх із всього процесу передачі інформації.

УДК 004.89:654.94

<sup>1</sup> **А.О. Биченко**

к.т.н., доцент, начальник кафедри техніки та засобів цивільного захисту

<sup>2</sup> **О.М. Землянський**

к.т.н., заступник начальника факультету цивільного захисту

<sup>3</sup> **О.М. Джулай**

к.т.н., доцент, начальник навчально-методичного відділу

<sup>1-3</sup> *Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля, Черкаси*

## **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ ДАТЧИКІВ СИСТЕМ РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

**Вступ.** Необхідною умовою забезпечення безпеки потенційно небезпечних об'єктів та об'єктів підвищеної небезпеки є наявність таких технічних систем та комплексів, які б дозволили виявляти надзвичайні ситуації на таких об'єктах та оповіщати про них, як персонал об'єкту, так і при потребі населення, що проживає у прогнозованих зонах ураження небезпечними чинниками надзвичайних ситуацій.

Проектування системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій з урахуванням як нормативних вимог, так і з урахуванням можливих наслідків пожеж раціонально здійснювати для будівель і споруд, що мають значну площу та територію. В процесі проектування необхідно враховувати їх розміщення, динаміку в часі, закони або можливості переміщення [1].

Визначення оптимальної кількості технологічних датчиків не є догматичним, строго регламентованим процесом, оскільки залежить від розмірів та типу приміщення, потенційних жертв та можливих обсягів матеріальних збитків, фінансового стану власника приміщення та його політики. Разом із тим, визначимо загальні аспекти, які мають місце при проектуванні СРВНС.

Важливим параметром СРВНС є ймовірність спрацьовування технологічного датчика. Аналогічні результати для схожих систем вказують на те, що подвійне резервування підвищує ефективність системи на порядок [2], [3]. Вагомим параметром є відстань від місця виникнення надзвичайної ситуації

до горизонтальної проекції найближчого технологічного датчика. Високнадійні технологічні датчики необхідно розміщувати над джерелом небезпеки, якщо це не так, то здійснювати резервування. Очевидно, що, якщо ймовірність виникнення надзвичайної ситуації є значно меншою 0,01, при аварії виключені людські жертви і можливі невеликі матеріальні збитки при дефіциті засобів на проектування і установку системи з резервуванням, раціонально обмежитися нормативними вимогами. Якщо хоча б одна з приведених умов не виконана, то необхідно здійснювати додаткове резервування, виходячи з прогнозованої кількості жертв і масштабу матеріальних збитків. Враховуючи обмеженість фінансових коштів, необхідно розв'язати задачу максимізації критерію ефективності системи, що зводиться до оптимального розміщення фіксованої кількості технологічних датчиків [4].



Припустимо, що розподіл небезпек об'єкту є рівномірним, але існують і джерела підвищеної небезпеки, ймовірність виникнення надзвичайної ситуації в яких є достатньо великою або досягнення небезпечних речовин яких може призвести до техногенних або екологічних катастроф. Припустимо, що, згідно з нормативами необхідна установка  $N$  технологічних датчиків. Вартість відповідної елементної бази, проектування та установки складає  $S_{\min}$ . Якщо в результаті виникнення надзвичайної ситуації в приміщенні або зовні нього можуть загинути люди, то на створення СРВНС необхідно витратити максимально можливі фінансові ресурси  $S_{\max}$ .

Раціонально вважати, що  $S_{\max} - S_{\min} > \delta$ , де  $\delta$  – вартість збільшення кількості технологічних датчиків, як мінімум, на одиницю (включаючи вартість проектування і установки). У такому разі задача оптимізації СРВНС зводиться до оптимізації структури технологічних датчиків при фіксованій їх кількості.

**Висновки.** Конструктивно задачі оптимізації структури СРВНС полягають в оптимізації певних цільових функцій при заданих обмеженнях. Формуючи такі цільові функції, необхідно враховувати ситуації, в яких планується їх використання. У першу чергу потрібно враховувати особливості приміщень та об'єктивність експертних висновків щодо параметрів виникнення надзвичайних ситуацій та потенційних їх наслідків [5], [6].

#### Список використаних джерел

- 1.ДБН В.2.5-76:2014. Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення [Текст]. - Київ. Мінрегіон України. 2014. – С. 46.;
- 2.Зайченко Ю. П. Основи проектування інтелектуальних систем / Ю. П. Зайченко. – К.: Слово, 2004. – 352 с.
- 3.Ларичев О. И. Объективные модели и субъективные решения / О. И. Ларичев. – М.: Наука, 1987. – 143 с.
- 4.Землянский А. Н. Проектирование систем пожарного мониторинга в условиях неопределенности / А. Н. Землянский, Н. П. Каревина, В. Е. Снитюк // Искусственный интеллект. – 2010. – № 3. – С. 483-488.
- 5.Снитюк В. Е. Эволюционные технологии принятия решений при пожаротушении: [монография] / В. Е. Снитюк, А. А. Быченко, А. Н. Джулай. – Черкассы: Маклаут, 2008. – 264 с.
- 6.Снитюк В. Є. Еволюційна оптимізація системи пожежного моніторингу в умовах рівномірної пожежної навантаженості приміщення / В. Є. Снитюк, О. М. Землянський // Вісник ЧДТУ. – 2011. – №2. – С. 117-121.

УДК 004.8:004.912

<sup>1</sup> **Є.В. Бодяньський**

д.т.н., проф., професор

<sup>2</sup> **О.В. Золотухін**

к.т.н., доцент

<sup>3</sup> **Н.В. Рябова**

к.т.н., доц., професор

<sup>1,2,3</sup> Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

## КЛАСИФІКАЦІЯ ПОЛІТЕМАТИЧНИХ ТЕКСТОВИХ ДОКУМЕНТІВ НА ОСНОВІ НЕЙРО-ФАЗЗИ ТЕХНОЛОГІЙ

**Вступ.** Однією з актуальних проблем сьогодення є постійне зростання обсягів інформації у вигляді web-документів, які користувачам необхідно аналізувати задля вирішення своїх професійних задач. Як наслідок, постає задача автоматичної класифікації потоку web-документів, що надходять на обробку послідовно в on-line режимі. Задача ускладнюється тим, що такі документи можуть бути політематичними, тобто відноситися одночасно до декількох категорій. Більшість відомих методів класифікації не враховують цієї особливості та орієнтовані на знаходження чітких класів. Крім того, вони не можуть класифікувати вхідні дані в послідовному режимі, що є суттєвим недоліком. У зв'язку з цим в даній роботі розглянуто підхід до класифікації політематичних текстових документів (ПТД) з урахуванням класів, що перетинаються, та послідовної подачі документів на обробку, на основі методів обчислювального інтелекту, а саме, нейро-фаззи технологій.

Припустимо, на обробку в on-line режимі надходить  $n$  політематичних текстових документів, що підлягають класифікації. Причому, документи  $TD_i(t)$  представлені у вигляді  $(n \times 1)$ -векторів ознак  $x(t)$ , де  $t=1,2,\dots,V$  має смисл номера образу у навчальній вибірці. Кількість документів  $n$  може змінюватися у часі, і кожен з них може належати одному чи одночасно відноситися до декількох класів. У процесі обробки полі тематичних текстових документів потрібно визначити центроїди класів  $m_i(t)$ , їх кількість  $p$ , а також  $(p \times 1)$ -вектор  $u_i(t)$ , який складають рівні належності образу  $x_i(t)$  документа  $TD_i(t)$  до кожного з  $p$  класів. Результати обробки повинні бути представлені у вигляді матриці нечіткого розбиття розмірності  $n \times p$ .

Для вирішення поставлених завдань були використані декілька нейро-фаззи технологій [1,2,3]. Розроблено архітектуру і метод навчання нечіткої ймовірнісної нейронної мережі, яка характеризується наявністю в першому прихованому шарі прототипів замість шару образів. Це дозволяє уникнути «прокляття розмірності» при великій кількості та розмірності документів, що класифікуються, а також організувати їх обробку в on-line режимі.

Також розроблено архітектуру і метод навчання адаптивної нечіткої нейронної мережі векторного квантування для класифікації ПТД. Така нейронна мережа характеризується налаштуванням синаптичних ваг в режимі навчання з

учителем з елементами конкуренції за типом «переможець отримує все», що дозволяє вирішувати задачу класифікації ПТД в режимі послідовної обробки в умовах перетину класів. Розроблено нейронну мережу зустрічного поширення з контрольованим навчанням. Ця нейронна мережа характеризується поліпшеними апроксимуючими властивостями завдяки тому, що вихідний шар мережі утворено на основі елементарних персептронів Розенблатта, а прихований шар мережі сформований на основі навчачого векторного квантування, що дозволяє підвищити швидкодію процесу класифікації.

Проведено імітаційне моделювання на тестових даних корпусу текстів Reuters-21578 з метою оцінки та порівняння якості класифікації тестових колекцій розробленим методом класифікації на основі нейронної мережі зустрічного поширення з контрольованим навчанням. Для оцінки якості класифікації використовувалися зовнішні міри повноти (precision) та (recall). Результати порівняння продуктивності класифікації на основі нейронної мережі зустрічного поширення з контрольованим навчанням (CPNNwCL) та без нього (CPNN) показали, що запропонований метод дає точніші результати (в середньому 6-8%) у порівнянні зі стандартною нейронною мережею зустрічного поширення та може бути використаний для роботи з великими масивами текстових документів.

**Висновки.** Розроблені методи нейро-фаззи класифікації політематичних текстових документів можуть бути використані для покращення якості роботи багатьох сервісів Інтернет, при створенні інформаційно-пошукових систем нового рівня, здатних у процесі послідовної обробки політематичних текстових документів відносити їх до визначених класів, причому один і той самий документ може одночасно належати до декількох класів.

#### Список використаних джерел

- 1.Бодянский Е.В. Многослойная адаптивная нечеткая вероятностная нейронная сеть в задачах классификации текстовых документов [Текст] / Е.В. Бодянский, Н.В. Рябова, О.В. Золотухин // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2015. – №1(32). – С. 39-45.
- 2.Золотухин О.В. Классификация политематических текстовых документов с использованием нечетких нейро-сетевых технологий [Текст] / О.В. Золотухин // Системы обработки информации. – 2012. – № 9(107). – С. 101-105.
- 3.Бодянский, Е.В. Обработка текстовых документов с помощью адаптивного нечеткого обучаемого векторного квантования [Текст] / Е.В. Бодянский, Н.В. Рябова, О.В. Золотухин // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Нові рішення в сучасних технологіях. – 2011. – №. 53. – С. – 109-115.

УДК 004.67: 664.69

<sup>1</sup> **М.М. Буряченко**

студент

<sup>2</sup> **С.В. Грибков**

к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем

<sup>1,2</sup> *Національний університет харчових технологій, Київ*

## **ВИКОРИСТАННЯ СЕРЕДОВИЩА R ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА ВИЯВЛЕННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ НЕКОНДИЦІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ У МАКАРОННОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**Вступ.** Сьогодні макаронне виробництво в Україні проходить новий виток розвитку та адаптації до сучасних економічних умов ринку, що диктується економічним станом в країні та вимогами до високих європейських стандартів якості. Українські виробники конкурують не тільки між собою, ай зовнішніми постачальниками макаронних виробів. Необхідно відмітити, що макаронне виробництво характеризується великими обсягами та кожне окреме підприємство є унікальним, адже відрізняється виробничо-технічним устаткуванням, що має дуже широкий спектр характеристик. Устаткування різниться по технологіям виготовлення макаронних виробів, видам продукції (короткоріzana, довгоріzana та штамповочна) та потужності, що знаходиться в межах 100 кг до 10 тон на годину. Головною тенденцією українських виробників для відстоювання позицій ринку є підвищення якості кінцевого продукту, тому актуальною задачею є поглиблений контроль якості макаронних виробів шляхом аналізу виробничо-технологічного циклу для усунення усіх негативних факторів впливу та підвищення техніко-економічних показників виробництва.

**Результати та обговорення.** Авторами в роботі здійснено акцентування на аналізі виробничого циклу та вплив його характеристик на кінцевий продукт, але крім цього враховуються показники сировини, не зважаючи на те, що будь-яка сировина прийнята на виробництво, повинна відповідати усім вимогам якості. Крім цього необхідно відмітити, що макаронне виробництво відноситься до потокового не перервного виробництва, адже весь технологічний цикл відбувається таким чином, що його не можна зупиняти, а протікання технологічних процесів чітко розбито на певні етапи, на яких є можливість впливати на технологічний процес.

Враховуючи економічний стан, авторами для проведення інтелектуального аналізу даних була обрана мова аналізу даних R, що є вільним аналогом середовища S-PLUS та є лідером для статичному аналізу останнім часом, адже має широке коло застосування при розв'язку різних статистико-аналітичних задач пов'язаних з проведенням прогнозування, визначення ризику та ймовірності, створення рекомендацій, пошук послідовностей, групування та інше. Мова R дозволяє провести усі основні етапи процесу побудови моделі інтелектуального аналізу даних, що є частиною більш масштабного процесу, в який входять всі завдання, від формулювання питань щодо даних і створення моделі для відповідей

на ці питання до розгортання моделі в робочому середовищі. Основними базовими етапами проведення інтелектуального аналізу даних є: постановка задачі, підготовка даних, перегляд даних, побудова моделей, дослідження і перевірка моделей, розгортання і оновлення моделей.

Для проведення аналіз була обрано метод кластеризації, що підтримується мовою R та реалізовано пакетами. Завдання кластеризації - полягає в розподілі безлічі об'єктів на групи (кластери) схожих за параметрами, що можуть заздалегідь невідомі і визначатися в ході побудови кластерів виходячи зі ступеня близькості об'єднуються об'єктів за сукупністю параметрів.

Вхідними значеннями для масивів обробки даних використано звіти по виробництву за зміну та результати лабораторних досліджень якості готової продукції та знаті напівфабрикати підчас технологічного процесу.

При використанні засобів мови даних R для аналізу обробки вхідних масивів даних має наступну послідовність дій: обробка даних; кластеризація даних, що полягає у виділенні груп однорідних об'єктів в залежності від обраного методу та пакету застосування; оцінки якості результатів кластеризації де відбувається оцінка щільності і локальності отриманих кластерів; представлення результатів у візуальній формі різноманітних типів графіків з використанням пакету «cluster»; інтерпретація результатів.

В процесі дослідження було випробувано наступні методи: ієрархічна кластеризація та метод k-середніх з пакету «cluster»; метод bootstrap-реплікації на базі пакету «rvclust»; дискримінантний аналіз з пакету «lda»; дерева рішень з пакету «rpart», метод Random Forest з пакету «randomForest». За результатами дослідження не має можливості надати перевагу одному з методів, тому що тільки комплексне застосування забезпечує отримання більш точного результату, що дає змогу здійснювати об'єктивні та зважені висновки по кожній ситуації.

#### **Висновки і перспективи подальших досліджень.**

Для отримання всебічного розуміння ситуації буває не достатньо використати один метод при аналізі виробничих ситуацій для виявлення причин отримання некондиційної продукції, тому пропонується використовувати декілька комбінацій різних методів, що дасть глибше проаналізувати кожну окрему ситуацію. Недоліком середовища R є обмеження обсягу даних до декількох сотень тисяч записів, оскільки, обчислення зберігаються в оперативній пам'яті, але попередня обробка вхідних даних її усуває. В подальшому планується продовжити роботи в даному напрямку та розширити застосування середовища та мови R для аналізу виробничих ситуацій для підприємств макаронної галузі

#### **Список використаних джерел**

1. Шипунов А.Б., Балдін Е.М. Аналіз даних з R [Текст] / А. Б. Шипунов. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 60 с.
2. Gan, G. Data Clustering: Theory, Algorithms, and Applications [Text] / G. Gan, C. Ma, J. Wu – Philadelphia: SIAM, 2007. – 466 p.

УДК 004.94

<sup>1</sup> **О.С. Вовчановський**

Аспірант

<sup>2</sup> **О.В. Кравченко**

К.т.н., доцент кафедри інформаційних технологій проектування

<sup>1-2</sup> *Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси*

## ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

**Вступ.** Моніторинг водних ресурсів як частини еко-системи має відбуватися постійно і потребує постійних як людських, так і комп'ютерних ресурсів. Задачі еколого-економічного моніторингу зміни русла ріки, показників хімічного стану води та т.і. вимагають не тільки специфічного математичного, але й відповідного програмного забезпечення[1].

Екологічний моніторинг - це інформаційна система спостережень, оцінки та прогнозу змін у стані навколишнього середовища, створена з метою виділення антропогенної складової цих змін на тлі природних процесів [2]. Моніторинг включає три основних напрямки діяльності: 1. Спостереження за факторами впливу і станом середовища. 2. Оцінку фактичного стану середовища. 3. Прогноз стану навколишнього природного середовища та оцінку прогнозованого стану.

**Постановка задачі та алгоритм вирішення.** Питання моніторингу водних ресурсів: р.Дніпро в межах Канівського водосховища потребує експериментальних даних. Інформація, що отримується в результаті вимірів, дозволяє в певному сенсі стежити за поведінкою досліджуваної системи. Тому тільки за допомогою експериментальних досліджень та методами матмоделювання формулюються підходи до вирішення даного класу задач.

**Висновки.** Збереження та аналіз інформації відбувається за допомогою геоінформаційної системи, що розробляється. Система передбачає моніторинг стану водних ресурсів за рахунок аналізу екологічних показників та пошуку оптимальних рішень при плануванні господарської діяльності з урахуванням допустимих навантажень на навколишнє середовище і соціально-економічних критеріїв.

### Список використаних джерел

1. Striamets O. Geodistributed analysis of forest phytomass: Subcarpathian voivodeship as a case study [Text]/ O. Striamets, B. Lyubinsky, N. Charcovska, S. Stryamets, R. Bun // Econtechmod. – 2014. – Vol.3, N. 1. – 95-105.

2. Вживання інформаційних технологій для вирішення завдань екологічного моніторингу забруднення атмосфери мегаполісів [Текст] / Дзюба С.М., Беляніна Н.В., Прокопенко М.М., Серовіков С.А. // Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2010. – № 21. – С. 58 – 65.

УДК 004.8

**Г.А. Гайна**

к.т.н., професор, професор кафедри інтелектуальних та інформаційних систем  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м.Київ

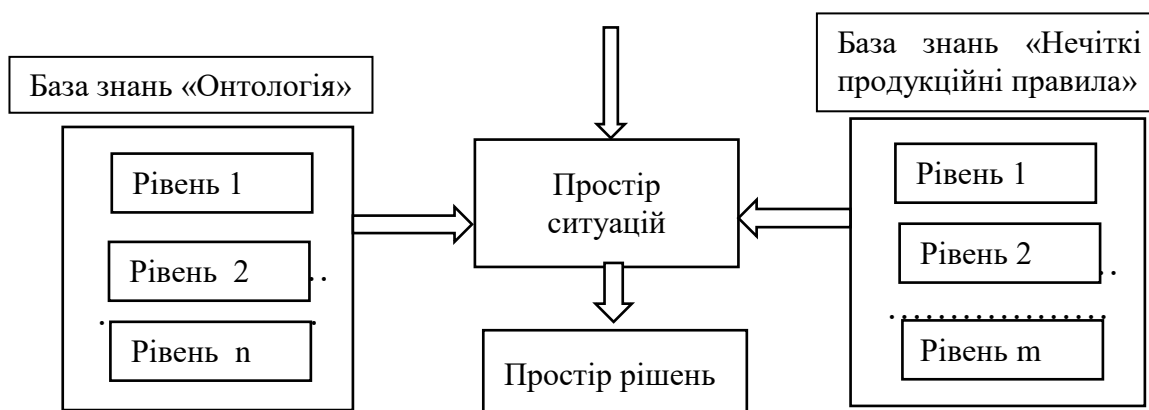
## ОРГАНІЗАЦІЯ БАЗ ЗНАНЬ СКЛАДНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ОНТОЛОГІЧНИХ І НЕЧІТКИХ ПРОДУКЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

Одним з підходів вдосконалення управління складними соціальними, економічними і технічними системами є застосування технологій штучного інтелекту. Такі системи характеризуються ієрархічністю, наявністю багатьох критеріїв, великою кількістю кількісних і якісних параметрів, значною кількістю альтернатив прийняття рішень. Одним з найбільш важливих етапів створення інтелектуальної системи є етап розробки бази знань [1].

В роботі пропонується підхід побудови бази знань складної системи на прикладі об'єктів містобудування. Об'єкти містобудування утворюють ієрархію: місто – район – квартал – комплекс житлових будинків – житловий будинок – елементи будівель і інфраструктури. Кожен рівень характеризується певними показниками такими як інвестиції в житлове будівництво, ціна на землю, наявність інфраструктури, технічний стан будівель і споруд, комфортність житла, екологія тощо [2].

База знань включає в себе наступні складові (рис. 1):

- об'єкти, які описуються через поняття-властивість, поняття-відношення і представляють собою ієрархію онтологій предметної області;
- дії, які описуються через поняття-дії і представляють собою нечіткі продукції;
- ситуації, які представляють собою агрегований опис об'єктів і дій для певних типових ситуацій;
- алгоритми, які описуються через опис послідовності дій, які необхідні для переведення об'єктів або ситуацій з одного стану в інший.



**Рис. 1 Структура бази знань**

Для підвищення ефективності прийняття рішень пропонується інтегрувати на основі онтологій різні моделі представлення знань, що забезпечить управляючі

системи необхідною кількісною і якісною інформацією, яка вміщується нормативно-технічній документації і в експертних знаннях. Основними модулями інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень, що розробляється, є онтологічна база знань, яка включає в себе онтологію процесів і онтологію прецедентів, а також нечітка продукційна система, яка дозволяє описувати залежності між параметрами, що мають якісний характер.

Онтологія предметної області включає в себе знання в області містобудування. В онтологічній базі знань в якості класів виступають: будівлі, складові інфраструктури, частини будівель, рельєф, територія тощо. Онтологічний аналіз спрямований на підготовку реалізації рішень. Концептуальною основою онтологічної бази знань є моделі представлення знань в формі ієрархії понять предметної області, а також правила і найбільш значимі прецеденти прийняття рішень в проблемних ситуаціях. Розроблений підхід передбачає створення моделі онтології у вигляді сукупності модулів, де кожен модуль описує термінологію деякого розділу в ієрархії предметної області.

На основі розробленої онтології формується набір правил виду: Якщо <антецедент> ТО <консеквент>, де антецедент є описом даних, а консеквент – одна або більш дій, які повинні бути виконані. Організація роботи з базою правил нечітких продукцій передбачає визначення функцій належності та правил ієрархічного нечіткого виводу. Фрагмент нечіткої продукційної бази знань має наступний вид:

**Якщо** транспортне забезпечення=... І шум=... І інсоляція території=... І озелення території=... І технічний стан будинку=... І ... **ТО** комфортність житла =...

**Якщо** тріщини стін= ... І пошкодження стін= ... І осідання будівлі= ... І послаблення цегляної кладки стін= ... І ... **ТО** технічний стан будівлі = ...

Частина онтології реалізована в середовищі Protégé і може бути представлена на одній з мов опису (OWL/RDF) для подальшого використання. Нечітка продукційна система реалізована FuzzyCLIPS.

Розгляний підхід до побудови бази знань інтегрованої інтелектуальної системи дозволяє на основі онтологічного аналізу та дослідження причино-наслідкових залежностей більш глибоко враховувати залежності між параметрами в складних системах і більш повно відображати модель предметної області.

#### Список використаних джерел

1. Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д.И. Инженерия знаний. Модели и методы. СПб.: Издательство “Лань”, 2016. – 324 с.
2. Гайна Г.А. Концепція багатомодельного підходу до розробки інтелектуальних СППР у містобудуванні. Управління розвитком складних систем. – К.: КНУБА, 2010. – № 1. – с. 28-34.



УДК 681.3.01(075)

**В.Я. Гальченко**

д.т.н., професор, професор

*Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси*

## **ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ БАГАТОВИМІРНИХ МЕДИЧНИХ ДАНИХ В ЗАДАЧАХ КЛАСИФІКАЦІЇ ЗАСОБАМИ VISUAL MINING**

**Вступ.** Для ефективного вирішення задач класифікації бажано мати уявлення щодо структури даних, які підлягають аналізу. Для визначеності в подальшому під структурою даних будемо розуміти області згущення об'єктів, що характеризуються певними ознаками, в  $n$ - вимірному просторі, їх взаємне розташування та кількість. Якщо для наборів даних з невеликою кількістю ознак визначити структуру даних досить легко стандартними графічними засобами та  $n$ - вимірними піктографіками, то для кількості ознак, що обчислюються десятками чи навіть більше, зробити це суттєво складніше, але є бажаним. В багатьох випадках інтелектуального аналізу медичних даних виникає саме така задача, яка може бути вирішена методом пружних карт[1,2].

**Постановка задачі.** Розглянемо набір даних, що містить 90 об'єктів, кожен з яких характеризується 39 ознаками. Досліджувалися патоморфологічні особливості плацент у вагітних жінок, які мають вроджені вади серця, та при їх хірургічної корекції, а також контрольна група плацент жінок з фізіологічним перебігом вагітності та пологів. Стереометричне дослідження виконувалося методом точкового рахунку з використанням комп'ютерної візуалізації гістологічних препаратів плаценти при збільшенні  $\times 10$ . Кожна ознака об'єкта представляє результат вимірювання гістологічних препаратів в певній зоні плаценти. При стереометрії крайової, парацентральної і центральної областей плацентарного диска в групі плацент з неоперованою вадю серця відзначалося виражене звуження межворсинчатого простору в цих зонах в порівнянні з контролем(дані отримано д.мед.н., проф. Решетніковою О.С. та Рудюк Л.О.). Аналіз показав, що в посліді жінок з вадами серця виявляються зміни, які характеризуються комплексом дистрофічних, некротичних і компенсаторних процесів. Комплекс патоморфологічних змін є фактором ризику розвитку фетоплацентарної недостатності, який залежить від наявності хірургічної корекції. Таким чином, ставилася задача визначення можливості класифікації багатовимірних об'єктів медичних досліджень, що потребує застосування сучасних інтелектуальних технологій візуального аналізу даних.

Кожний об'єкт зі своїм набором ознак в багатовимірному евклідовому просторі представлено у вигляді точки, зокрема кожна ознака в цьому просторі асоціюється з окремою віссю, ортогональною іншим. Таким чином, сукупність досліджуваних об'єктів в просторі формує хмару. За рахунок ландшафтного розташування хмар можна судитиме щодо внутрішньої структури даних, а про подібність або відмінність даних - по евклідовій відстані між точками. Щоб уявити багатовимірну хмару даних у вигляді зручного для сприйняття двомірного

зображення, зберігаючи при цьому закономірності досліджуваного набору даних, була застосована візуалізація багатовимірних даних на площині. Для цього у багатовимірний простір даних занурюється двовимірне різноманіття, тобто побудована в цій хмарі поверхня малої розмірності у вигляді двовимірної сітки, що наближає його. Кожній точці даних за допомогою процедури проектора ставиться у відповідність найближчий до неї вузол сітки. Таким чином, кожна точка даних отримує деяку координату на сітці. Таке відображення є локально безперервним. При побудові різноманіття використовується метод головних компонент, що дозволяє коректно скоротити розмірність опису даних. Криволінійна пружна карта у вигляді різноманіття "доброї" розмірності виступає в ролі екрана, зануреного в хмару точок даних, на який ця хмара проектується. Досліднику для аналізу надається розгортка карти, що є її відображенням на стандартне плоске різноманіття.

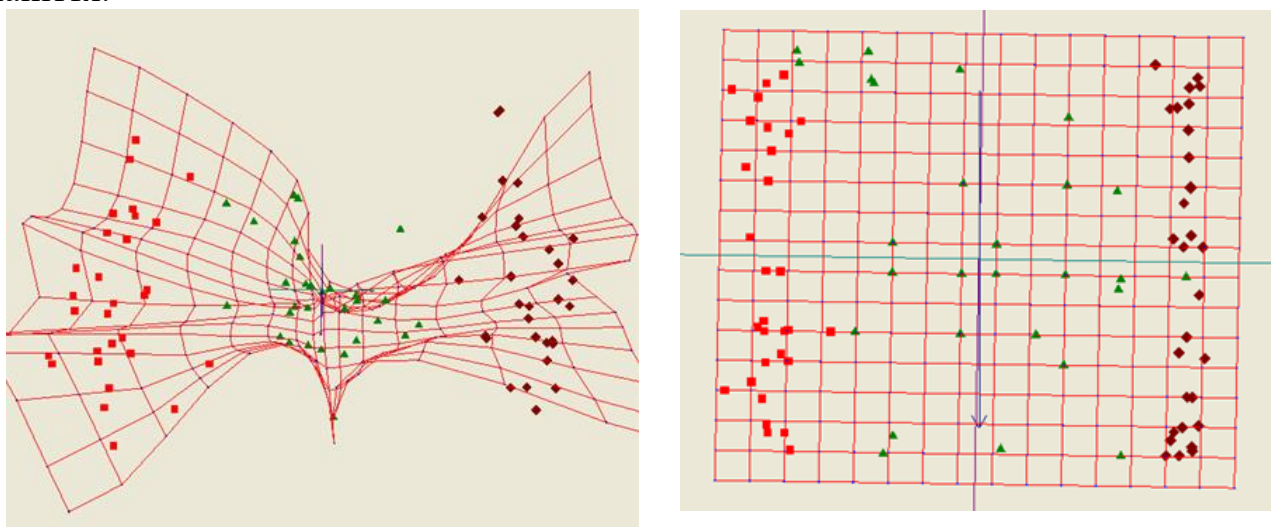


Рис.1. Приклади візуалізації внутрішньої структури набору даних

**Висновки.** В публікації наведено приклад візуального визначення графічної структури багатовимірних медичних даних, які характеризуються наявністю 39 ознак. Показана ефективність застосування для цієї мети методу пружних карт, що дозволило визначити можливість проведення осмисленої достатньо ефективної процедури класифікації.

#### Список використаних джерел

1. Івченко В.К. Прогнозирование результатов лечения переломов длинных костей у больных сахарным диабетом средствами интеллектуального и статистического анализа данных. Часть II. Определение прогностических классификационных правил / В.К. Івченко, В.Я. Гальченко, А.В. Івченко // Український медичний альманах. – 2013. – Том 16, №2 (додаток). – С.8-11.
2. Пат. на корисну модель №84673 (Україна), МПК(2013.01) G01N 33/49. Спосіб прогнозування результатів лікування переломів довгих кісток у хворих на цукровий діабет / А.В. Івченко, В.Я. Гальченко, В.К. Івченко, С.С. Страфун, С. Магомедов, Д.В. Івченко; заявники і власники Івченко А.В., Гальченко В.Я., Івченко В.К., Страфун С.С., Магомедов С., Івченко Д. В. - № u201305923; заяв.13.05.2013; надрук. 25.10.2013, Бюл. №20.

УДК 004.413.4

**Гамоцька С.Л.**

аспірант

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м.Київ*

### **УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТНИМИ РИЗИКАМИ В ІТ-ПРОЕКТАХ**

Проектний тип управління набуває все більшого значення в галузі інформаційних технологій внаслідок унікальності видів діяльності, швидкого оновлення продукції, необхідності ефективної координації ресурсів для досягнення мети, а також чітко визначених меж в часі для кожного продукту галузі.

Проектний ризик – це можливість виникнення непередбачуваних ситуацій чи ризикових подій в проекті, які можуть негативно чи позитивно вплинути на досягнення цілей проекту. Незважаючи на те, що потенційний проектний ризик є кількісно вимірюваним значенням, його оцінка не має чіткого алгоритму визначення.

Процес розробки програмного забезпечення є ризикованим процесом, з самого початку роботи над проектом до остаточного прийняття програмного продукту. Кожен етап процесу чутливий до різних наборів загроз, які можуть вплинути на розробку та перешкодити успішному завершенню проекту. Для управління цими ризиками належним чином потрібне адекватне розуміння процесів життєвого циклу розробки програмного забезпечення (SDLC, Software Development Life Cycle) з точки зору причин їх виникнення [1]. Таким чином, перший крок в управлінні такими ризиками полягає у їх визначенні. В літературі наведено багато існуючих переліків факторів ризику, але більшість з цих списків надто формальні і узагальнені. Це можуть бути ризики, що виникають через організаційні, технічні, економічні та природні зміни. Слід зауважити, що жодне з проведених раніше досліджень не надає нам повного переліку чинників ризику розробки програмного продукту, тому що фактори ризику безперервно змінюються з плином часу і появою нових інструментів та технологій. Крім того, жоден з таких списків не передбачає дослідження потенційних факторів ризику, які можуть виникнути на різних етапах SDLC. Таким чином, більша частина виявлених ризиків в таких списках є загальними для всіх етапів SDLC.

Управління ризиками проекту поділяється на п'ять основних етапів (кроків): планування управління ризиками, визначення (ідентифікація) ризиків, оцінювання ризиків, проведення їх якісного та кількісного аналізу, планування та розробка засобів реагування на ризики [2]. Всі методи кількісного аналізу можна віднести до однієї з двох груп: проектно-орієнтовані та подіє-орієнтовані. В результаті виконання аналізу ризиків розробляються варіанти дій по розширенню сприятливих можливостей і скороченню загроз цілям проекту. Причому, якщо якісний аналіз ризиків дає можливість сформулювати загальний реєстр таких дій, то кількісний аналіз ризиків дозволяє передбачити заходи реагування на ризики в порядку їх пріоритетів, сили впливу на цілі проекту.

Загальна модель робіт, які повинні бути виконані для ефективного управління проектним ризиком, наведена на рис.1.

В доповіді виконано аналіз базового переліку ризиків SDLC та їх вплив на процеси SDLC.

**Висновки.** При керуванні проектними ризиками однаково важливим є як правильна кількісна та якісна оцінка факторів ризику, так і ведення моніторингу ризиків.

Моніторинг ризиків включає контроль ризиків протягом всього життєвого циклу проекту. Якісний моніторинг ризиків забезпечує управління інформацією, яка допомагає приймати ефективні рішення до настання ризикових подій.

При управлінні проектними ризиками доцільним є використання штучного інтелекту, оскільки дані, з якими працюють розробники в ІТ- проектах є нечіткими і розмитими.

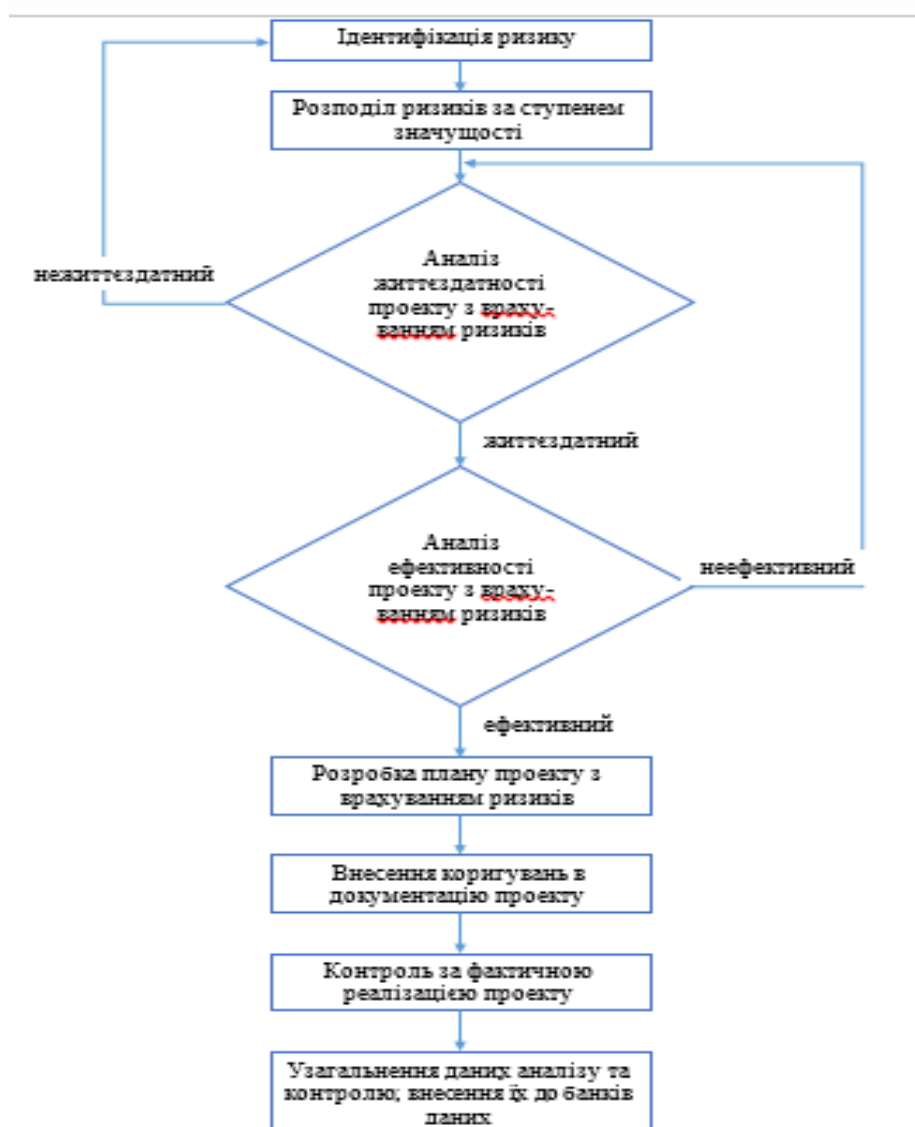


Рисунок 1 – Модель управління ризиком

**Список використаних джерел:**

1.Haneen Hijazi, Shihadeh Alqrainy, Hasan Muaidi, Thair Khmour, Risk factors in software development phases. European Scientific Journal, 2014, no.3, pp. 213-232.

2.A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK ® Guide) 5th Edition. PMI, 2012. 586p.

УДК 819.86

<sup>1</sup> Г.М. Гнатієнко

кандидат технічних наук, директор адміністративного підрозділу

<sup>2</sup> М.М. Маляр

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри кібернетики і прикладної математики

<sup>3</sup> А.В. Поліщук

студент математичного факультету

<sup>1</sup> ТОВ «Сучасні торговельні технології», Київ<sup>2,3</sup> ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород

## ЗНАХОДЖЕННЯ ВАГОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ЗАДАЧ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

**Вступ.** Проблемні ситуації, які виникають на практиці і описуються лінійними моделями, як правило, залежать від багатьох факторів, тому вирішення багатокритеріальної задачі прийняття рішень супроводжується розв'язанням задач багатокритеріального лінійного програмування або іншими словами задач векторної оптимізації.

Розглянемо багатокритеріальну задачу прийняття рішення, обмеження на ресурси якої моделюються за допомогою континуальної множини, а цільові функції задані в аналітичному вигляді.

Математична модель такої задачі має наступний вигляд:

$$y_i = f_i(x) = \sum_{j=1}^n c_{ij} x_j \rightarrow \text{extr}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (1)$$

$$x \in X \subseteq R^n, \quad (2)$$

де  $X$  – множина допустимих розв'язків (альтернатив), яка визначається сукупністю лінійних рівнянь та нерівностей,  $y_i = f_i(x)$  – цільові функції,  $c_{ij}$  – коефіцієнти. Тобто, є деяка сукупність цілей, які відображені критеріями  $f_i(x)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , і потрібно знайти таку точку  $x \in X \subseteq R^n$ , яка в деякому розумінні мінімізує або максимізує кожен з критеріїв.

Для розв'язання задачі (1)-(2) використаємо підхід зведення її до однокритеріальної задачі лінійного програмування одного напрямку [1], використовуючи адитивну згортку.

$$F(x) = \sum_{i=1}^m v_i f_i(x) \rightarrow \text{extr}, \quad (3)$$

$$x \in X \subseteq R^n, \quad (4)$$

де  $v_i$  – вагові коефіцієнти критеріїв.

Найбільш поширені методи представлення вагових коефіцієнтів приведені у монографії [1].

Для знаходження вагових коефіцієнтів пропонується підхід суть якого полягає у зведенні задачі (1)-(2) до дискретної задачі багатокритеріального вибору. Для цього потрібно виконати наступні кроки:

1. Розв'яжемо кожну задачу із (1)-(2) окремо, тобто знайдемо оптимальні розв'язки для кожної окремої задачі:

$$x^i = \arg \operatorname{extr}_{x \in X} f_i(x), \quad i = \overline{1, m}. \quad (5)$$

2. Виберемо із отриманої множини точок  $\{x^1, x^2, \dots, x^m\}$  різні. Припустимо, що їх буде число  $p$ .

3. Знайдемо значення кожної цільової функції  $f_i(x)$  у цих точках. Результат запишемо у матрицю рішень  $O = (o_{ij} = f_i(x^j)) (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, p})$ .

4. Пронормувавши елементи матриці  $O$ , використовуючи деякі із способів нормування[2], отримаємо матрицю  $D = (d_{ij}) (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, p})$ . На основі даної матриці побудуємо матрицю  $B$  наступним чином  $B = D \times D^T$ , де  $D^T$  - матриця транспонована до матриці  $D$ . Оскільки розмірність матриці  $D$   $m \times p$ , тоді розмірність матриці  $B$  буде відповідно  $m \times m$ . Елементи матриці  $B$  обчислюються наступним чином  $b_{ij} = \sum_{l=1}^n d_{il} \times d_{jl}$ . Як видно із даної формули матриця  $B$  є симетричною, тобто  $b_{ij} = b_{ji}$ . Інформаційний зміст матриці  $B$  це інтегральні оцінки важливості множини критеріїв на множині альтернатив.

5. Для матриці  $B$  визначимо максимальне власне значення і відповідний йому власний вектор  $Y = (y_1, \dots, y_m)^T$ . Проведемо нормування власного вектора.

Наприклад,  $w_j = \frac{y_j}{\max_j y_j}$ . Алгоритм знаходження власного значення і відповідного

йому власного вектора описаний у роботі [3].

6. Визначимо вектор ваг використовуючи наступну формулу:  $v_j = \prod_{q=j}^m \eta_q (\sum_{i=1}^m \prod_{l=i}^m \eta_l)^{-1}, j = \overline{1, m}$ , де  $\eta_m = 1$ ,  $\eta_j = w_j / w_{j+1}, j = \overline{1, m-1}$ . Побудований таким чином вектор  $v = (v_1, \dots, v_m)^T$  буде нормованим, тобто  $0 \leq v_j \leq 1$  і  $\sum_{j=1}^m v_j = 1$ .

**Висновки.** Знайшовши вагові коефіцієнти критеріїв розв'яжемо задачу (3)-(4). Таким чином, знайдемо розв'язок задачі векторної оптимізації (1)-(2).

#### Список використаних джерел

1. Гнатієнко Г.М. Експертні технології прийняття рішень: Монографія[Текст] // Г.М. Гнатієнко, В.Є. Снитюк – К.: ТОВ «Маклаут», 2008. – 444 с.
2. Маляр М.М. Моделі і методи багатокритеріального обмежено-раціонального вибору: Монографія [Текст]/ М.М. Маляр – Ужгород: РА «АУТДОР-ШАРК», 2016. – 222 с.
3. Гнатієнко Г.М. Синтез пріоритетів при багатокритеріальному оцінюванні [Текст] /Гнатієнко Г.М., Маляр М.М., Поліщук А.В. // Праці VIII міжнародної школи-семинар «Теорія Прийняття рішень» – Ужгород, УжНУ, 2016. – С. 86-87.

УДК 519.226

<sup>1</sup> **О.П.Гожий**

д.т.н., доцент,

<sup>2</sup> **І.О.Калініна**

к.т.н., доцент

<sup>1,2</sup> *Чорноморський національний університет ім.Петра Могили*

## **ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИХ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ РОЗПОДІЛУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ**

**Вступ.** Проблема оптимального розподілу енергоресурсів між споживачами, відповідно до їх потреби завжди актуальна. Використання автономних енергетичних систем мотивується потребою в розширенні ефективного використання відновлюваної або залишкової енергії в районах де немає централізованого енергетичного постачання, а також намаганням підвищити загальну ефективність використання енергії в локальній автономній енергетичній мережі.

**Основна частина.** На практиці в процесі експлуатації автономних енергетичних систем можуть накопичуватись певні варіанти планів розподілу ресурсів між споживачами які потенційно є оптимальними. При цьому доволі складно прийняти рішення про те, що певний варіант є оптимальним. Виникають питання з мінімізації витрат, споживання енергії, характеристик устаткування тощо. За допомогою підходів до вирішення завдань динамічного планування можливо шукати оптимальні рішення з розподілу енергії у енергетичній системі з урахуванням цілей різних типів, які можуть враховувати, скажімо, фактори зовнішнього середовища, економічні фактори, структурні фактори та інш.. Для вирішення проблеми оптимального розподілу енергії від різних джерел до різних постачальників, та до різних груп споживачів, необхідно вирішити послідовно декілька задач. Перша задача це визначення з джерелами енергії, з системами постачання енергії та споживачами енергії. Друга задача це побудова моделі процесу для детального визначення та дослідження ключових параметрів системи. Третя задача розробка алгоритмів для вирішення задачі оптимального розподілу. Оскільки в задачі присутні ще часові обмеження, то необхідно вирішити задачу оптимального планування.

Автономна енергетична система представляє собою систему, яка складається з джерел енергії, підсистем які генерують енергію, та системи споживачів енергії. Розглядаються три типи ресурсів енергії: енергія вітру, електричний струм, та сонячна енергія. Крім цього, існують чотири типи енергетичних потреб: потреба в охолодженні, потреба в обігріві, потреба в прісній воді, та потреба в електричному струмі. Для обчислення споживання енергії в системі необхідно спочатку створити модель, яка у нашому випадку складатиметься з трьох елементів: ресурс палива, обладнання та устаткування системи та потреба в енергії.[1]

Обладнання та устаткування має свої власні характеристики, ресурс палива та найбільш ймовірне споживання. Головна задача полягає в розробці планів

сезонного оптимального розподілу електричної енергії між споживачами, яка виробляється за допомогою вітрогенератора, сонячних батарей та дизельгенератора. Для моделювання цієї системи було запропоновано використання кольорових мереж Петрі. За допомогою CPN Tools була побудована динамічна модель процесу розподілу електроенергії між споживачами з врахуванням часових параметрів системи. [2] Модель, яка побудована дозволяє підрахувати параметри системи за певний період та моделювати розподіл енергії між постачальниками та споживачами.

Для вирішення задач планування розподілу енергії між споживачами були використані багатокритеріальні генетичні алгоритми. З усього різноманіття багатокритеріальних генетичних алгоритмів було обрано 3 алгоритми: NSGA-II, AMGA-2 та  $\epsilon$ -MOEA. Алгоритми були реалізовані в СППР для вирішення задачі розподілу енергоресурсів. В результаті вирішення задачі планування розподілу енергоресурсів отримано оптимальний річне навантаження при розподіл енергії між споживачами в автономній енергетичній системі. На рис. 1 представлені результати розрахунків по плануванню річного навантаження і розподілу електроенергії.

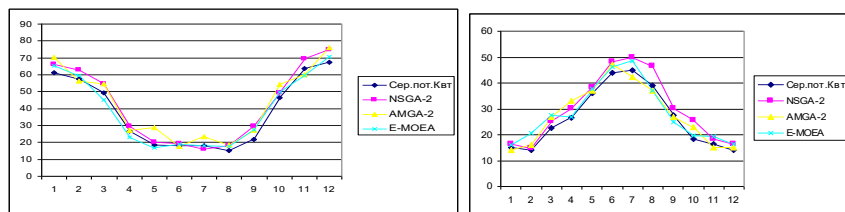


Рис.1 Результати розрахунків річного навантаження при розподілі енергоресурсів: а) за допомогою вітроенергетичної установки, б) сонячних батарей

**Висновки.** Аналіз результатів роботи багатокритеріальних генетичних алгоритмів при вирішенні задач планування енергетичних ресурсів свідчить про те, що NSGA-II вимагає для роботи більше часу у порівнянні з іншими алгоритмами, але усі результуючі рішення є потенційно оптимальними. AMGA-2 вимагає трохи менше часу, але в результаті певна кількість розв'язків відсікається.  $\epsilon$ -MOEA виявився найшвидшим, але прослідковується тенденція повертати розв'язки, над якими домінують рішення, отримані за допомогою інших алгоритмів.

#### Список використаних джерел

1. Гожий О.П. Аналіз ефективності багатокритеріальних генетичних алгоритмів в задачах прийняття рішень / О.П. Гожий, О.О. Маленовський // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Львів, - серія «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» - Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2012. – Вип. 732. – С. 247-260.
2. Гожий О.П. Моделювання розподілу енергетичних ресурсів на основі кольорових мереж Петрі / О.П. Гожий, В.О.Гожий // Науково-технічний журнал «Авіаційно-космічна техніка і технологія» - Випуск, №8 (125), Харків, 2015. – с. 107-111.



УДК 519.8

<sup>1</sup>Н.В. Гром

Аспірант

<sup>2</sup>Н.В. Семенова

Доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник

<sup>1,2</sup>Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ**ДВОКРИТЕРІАЛЬНА ЗАДАЧА ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА  
КОНКУРУЮЧИХ ДВОПРОДУКТОВИХ ЕВОЛЮЦІЙНИХ СИСТЕМ**

**Вступ.** Останні півстоліття активно розвивається нова галузь науки – математична теорія розвитку, яка представляє практично будь-яку штучну чи природну систему або окремі об'єкти як моделі дво-, три- чи багатопродуктових еволюційних систем [1,2,4]. Тому очевидно, що дослідження загальних властивостей еволюційних систем новими методами є актуальним.

**Виклад основних положень.** Детальний опис рекурентних співвідношень двопродуктових еволюційних систем (ДЕС) представлено у [2-4]. Рівняння (1)-(2) показують кількість продуктів II роду ( $C_i(z)$ ), виготовлених за час моделювання кожною ДЕС за умови, що на всіх етапах моделювання всі зовнішні та внутрішні ресурси направляються в підсистему самовдосконалення  $A_i$  і лише на останньому етапі всі наявні ресурси спрямовуються в підсистему виконання головної функції  $B_i$ :

$$C_1(z) = \beta_1 \left( \alpha_1^{n-1} m_{10} + \sum_{j=1}^{n-1} \alpha_1^{n-j-1} z_j f \right) + k_c z_n f, \quad (1)$$

$$C_2(z) = \beta_2 \left( \alpha_2^{n-1} m_{20} + \sum_{j=1}^{n-1} \alpha_2^{n-j-1} (1-z_j) f \right) + k_c (1-z_n) f, \quad (2)$$

$m_{i0}$  – кількість початкового ресурсу в  $i$ -й системі;  $\alpha_i$  – продуктивність одного робочого місця (РМ) в підсистемі  $A_i$ ;  $\beta_i$  – продуктивність 1 РМ в підсистемі  $B_i$ ;  $f$  – кількість зовнішніх ресурсів, що на кожному етапі направляються до обох систем;  $k_c$  – коефіцієнт узгодження розмірностей;  $z_{ij}$  – частина зовнішнього-го ресурсу, що направляється в  $i$ -ту систему на  $j$ -му етапі,  $z_{ij} \in [0;1]$ ;  $n$  – кількість етапів моделювання;  $i = 1,2$ ;  $\sum_{l=j}^{j-1} a_l \square 0$ ,  $j \in \{0;N\}$ ,  $\beta_i > k_c$ ,  $\alpha_i > 1$ .

**Постановка задачі.** При заданих  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$ ,  $m_i$ ,  $f$ ,  $k_c$ , ;  $i = 1,2$ ; знайти такий оптимальний розподіл зовнішнього ресурсу  $z = (z_{11}; \dots; z_{in})$ , щоб  $C_i(z) \rightarrow \max$ .

Відомо [5], що множина Парето  $P(C,Z)$  визначається таким чином  $P(C,Z) = \{z \in Z \mid p(z,C,Z) = \mathcal{J}\}$ , де  $p(z,C,Z) = \{y \in Z \mid C y \leq C z, C y \not\leq C z\}$ .

**Розв'язання.** Використаємо метод обмежень. Нехай  $C_i(z) \geq c_i$ , визначимо  $\max C_{i_2}(z)$ . Якщо  $c_1 \leq \beta_1 \alpha_1^{n-j} m_{10} + \sum_{j=j^*}^n \beta_1 \alpha_1^{n-j} f + k_c f$ ,  $j^*$  – найбільше натуральне число, для якого виконується нерівність  $\beta_1 \alpha_1^{n-j} \geq \beta_2 \alpha_2^{n-j}$ , то  $\max C_{i_2}(z) = C_{i_2}(z^{**})$ , де

$$z^{**} = (z_{i_1}^{**}; \dots; z_{i_n}^{**}), \quad z_{i_j}^{**} = \begin{cases} 0, & \text{if } j = 1, \dots, (j^* - 1); \\ 1, & \text{if } j = j^*, \dots, (n-1). \end{cases} \quad (3)$$

Зауважимо, що в даному випадку  $c_1$  повинно бути дуже малим, тому на практиці найчастіше зустрічається протилежне. Справедлива наступна теорема.

**Теорема.** Якщо задані функції  $c_1(z) = \sum_{j=1}^n \beta_1 \alpha_1^{n-j} z_j$ ,  $c_2(z) = \sum_{j=1}^n \beta_2 \alpha_2^{n-j} (1 - z_j)$ ,  $z = (z_1; \dots; z_n)$ ,  $z_j \in [0; 1]$ ,  $1 < \alpha_1 < \alpha_2$ ,  $\beta_1 < \beta_2$ ,  $c_1(z) \equiv c_1$ , то  $\max c_2(z)$  досягається у точці

$$z^* = (z_1^*; \dots; z_n^*), \quad \text{де } z_j^* = \begin{cases} \square 0, & \text{if } 1 \leq j < k; \\ \square \frac{c_1 - \sum_{j=k+1}^n \beta_1 \alpha_1^{n-j}}{\beta_1 \alpha_1^{n-k}}, & \text{if } j = k; \quad j = 1..n; \quad k - \text{найбільше натуральне} \\ \square 1, & \text{if } k < j \leq n; \end{cases}$$

число, для якого виконується нерівність  $c_1 \leq \sum_{j=k}^n \beta_1 \alpha_1^{n-j}$ . Згідно з цією теоремою,  $\max C_2(z)$  досягається у точці  $z^{max} = (z_{i_1}^{max}; \dots; z_{i_n}^{max})$ ,

$$z_{i_j}^{max} = \begin{cases} \square 0, & \text{if } 1 \leq j < k; \\ \square \frac{c_1 - \beta_i \left( \alpha_i^{n-1} m_{i_0} + \sum_{j=k+2}^n \alpha_i^{n-j} f \right) - k_c f}{\beta_i \alpha_i^{n-(k+1)}}, & \text{if } j = k; \\ \square 1, & \text{if } k < j \leq n; \end{cases} \quad (4)$$

де  $k$  – найменше натуральне число, для якого виконується нерівність

$$c_1 \leq \beta_i \left( \alpha_i^{n-1} m_{i_0} + \sum_{j=k+1}^n \alpha_i^{n-j} f \right) + k_c f, \quad (5)$$

**Висновки.** Будь-який розподіл зовнішніх ресурсів між двома конкуруючими ДЕС за умов, що кожна система поодиночі досягає максимального результату, буде парето-оптимальним. Якщо обмежити знизу кількість кінцевих продуктів однієї з ДЕС певним фіксованим числом, то друга ДЕС досягне максимуму у точці, визначеній формулами (3) або (4)-(5).

#### Список використаних джерел

1. Ivanov V. Model Development and Optimization. Springer US, 2013. – 250 p.
2. Girlin S. Three Laws of Optimal Development [Електронний ресурс] / S. Girlin, N. Bugerko // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.science-sd.com/457-24536>.
3. Бугерко Н. В. Об одной задаче кооперативного взаимодействия двухпродуктовых развивающихся систем / Н. В. Бугерко, С. К. Гирлин. // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 6. – с.49–53.
4. Гром Н. В. Оптимізація функціонування двопродуктової еволюційної системи в термінах дискретного програмування / Н. В. Гром, Н. В. Семенова. // VIII Міжнародна школа-семинар: "Теорія прийняття рішень". Ужгород, 26 вересня – 1 жовтня 2016. – С. 98–99.
5. Семенова Н.В. Векторні задачі дискретної оптимізації на комбінаторних множинах: методи дослідження та розв'язання / Н.В. Семенова, Л.М. Колечкіна. – К.: Наук. думка, 2009. – 266 с.

УДК 004.9:338.482

**С.Б. Данилевич**

канд. фіз.-мат. наук, доцент

*Харківський гуманітарний університет «Народна українська академія», Харків*

## **КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПРИВАБЛИВОСТІ АДМІНІСТРАТИВНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ**

Вступ. Однією з найважливіших задач нинішнього етапу розвитку економіки є залучення інвестицій. Для оцінки інвестиційного клімату застосовується кластеризація економічного простору країни. Залежно від цілей дослідження для кластеризації розробляється система показників та індикаторів. Для аналізу деяких економічних об'єктів (туризм [1], об'єкти ринку праці [2] та ін.) вдало використана аналітична платформа Deductor.

**Основна частина.** Інвестиційно-привабливими є регіони з перспективою стабільного розвитку. Доступні характеристики адміністративних регіонів України взяті з офіційного сайту державної служби статистики України <http://www.ukrstat.gov.ua> (без урахування тимчасово окупованої території АР Крим, м. Севастополя та частини зони проведення АТО.) за 2015 рік. На жаль, представлені відомості не завжди регулярні і багатьох чинників немає. Були використані показники: доходи населення; кількість підприємств; витрати на охорону та раціональне використання природних ресурсів; обсяг виконаних будівельних робіт; обсяг реалізованої промислової продукції; середня чисельність; безробітне населення та ін. Deductor автоматично розділив всі регіони на два кластери. До першого потрапили області: Дніпропетровська; Донецька; Запорізька; Київська; Львівська; Одеська; Полтавська; Харківська та м. Київ. До другого всі інші. І дійсно, по багатьох показниках різниця велика. Так, для першого кластера середні доходи населення за рік – 120712 млн. грн., а для другого – 40591 млн. грн. Що відобразилось, наприклад, на капітальних інвестиціях наступного року: для першого кластера в середньому – 12451 млн. грн., а для другого – 13864 млн. грн.

**Висновки.** Основною метою інвестиційної діяльності є залучення фінансових і матеріальних ресурсів вітчизняних та зарубіжних інвесторів, а також раціональне їх використання в найбільш пріоритетних галузях економіки. Кластерний аналіз дозволяє об'єктивно оцінити ситуацію і показати напрямок для розвитку інвестиційної привабливості всіх регіонів України.

### **Список використаних джерел**

1. Лип'яніна Х.В. Кластерний аналіз діяльності туристично-рекреаційних об'єктів адміністративних регіонів України [текст] / Х.В. Лип'яніна // Науковий вісник НЛТУ України. – 2016. – Вип. 26.2. – С.277–282.

2. Говорухін С.О. Задача територіальної сегментації об'єктів ринку праці, характеристики яких задані нечітко [текст] / С.О. Говорухін // Матеріали 2-ї Міжнародної науково-технічної конференції (14-17 травня 2013 р. Черкаси). - Черкаси: Маклаут, 2013. – С.167.

УДК 53.088.22:004.942:519.876.5:621.833

<sup>1</sup>**В.А. Дербаба**

Кандидат технічних наук, доцент кафедри технології гірничого машинобудування

<sup>2</sup>**С.Т. Пацера**

Кандидат технічних наук, професор кафедри технології гірничого машинобудування

<sup>1,2</sup>*Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», Дніпро*

## ІМІТАЦІЙНО-СТАТИСТИЧНА МОДЕЛЬ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ПОХИБОК ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНОГО БИТТЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

**Вступ.** Від інструментальних похибок залежить достовірність допускового контролю. Однак залишалися не визначені закономірності впливу інструментальних похибок вимірювання радіального биття евольвентних зубчастих коліс на відсоток неправильно забракованих деталей.

**Постановка проблеми.** Актуальною є проблема визначення допустимого рівня інструментальних похибок вимірювання нормованих геометричних параметрів евольвентних зубчастих коліс.

**Цілі та задачі.** Однак залишаються не визначені закономірності впливу інструментальних похибок вимірювання радіального биття евольвентних зубчастих коліс на відсоток неправильно забракованих деталей при пасивному контролі. Саме це і є ціллю викладеної статті, а для досягнення вказаної цілі вирішені такі задачі: уточнено структурну модель та методика імітаційно-статистичного моделювання, здійснено моделювання випадкових процесів вимірювання та контролю радіального биття з подальшими розрахунками відсотків неправильно забракованих, чи неправильно прийнятих зубчастих коліс, визначені відповідні залежності.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження виконувалися методом імітаційно-статистичного моделювання в середовищі Microsoft Excel стосовно зубчастих коліс різного ступеню точності. За результатами числових експериментів визначені залежності впливу граничного інтервалу випадкових інструментальних похибок на відсотки неправильно забракованих деталей.

У статті розглянута послідовність алгоритму моделювання на прикладі конкретного циліндричного прямозубого колеса. Колесо має наступні конструктивні параметри і допуски:  $m$  – модуль 3 мм,  $d$  – дільний діаметр 150 мм,  $z$  – кількість зубців 50,  $F_r$  – допуск на радіальне биття 36, 50, 63 мкм відповідно для 6, 7, 8 ступенів точності зубчастого колеса. У середовищі Microsoft Office Excel створено електронну таблицю. У рядках таблиці імітуються події – результати

вимірювання і контролю деталей, а у стовпцях відображаються результати статистичного моделювання.

Обсяг вибірки для моделювання складає 5000 коліс, що забезпечує довірчий інтервал 0,1% при довірчій ймовірності 0,95. У другому стовпці моделюється величини радіального биття при нульовій похибці вимірювання. При цьому приймався нормальний закон розподілу. Розрядність значень у стовпці 2 відповідає одному знаку після коми, тобто 0,1 мкм, чого цілком достатньо для точності моделювання радіального биття.

#### **Висновки.**

1. Метод імітаційно-статистичного моделювання є ефективним при дослідженні впливу похибок вимірювання на результати пасивного контролю радіального биття зубчастих коліс.

2. При контролі радіального биття зубчастих коліс 6 і 7 ступенів кінематичної точності для обмеження кількості неправильно забракованих деталей на рівні до 5% необхідно обмежити похибки вимірювання до 5 мкм.

3. При контролі радіального биття зубчастих коліс 8 ступеню кінематичної точності для обмеження кількості неправильно забракованих деталей на рівні до 5% похибки вимірювання не повинні перевищувати 10 мкм.

4. В перспективі імітаційно-статистичні дослідження можуть стосуватися контрольно-вимірювальних систем для зубчастих коліс, точність яких оговорюється нормами плавності роботи.

#### **Список використаних джерел**

1. Рубичев Н.А. Достоверность допускового контроля качества / Н.А. Рубичев, В.Д. Фрумкин. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 171с.
2. Derbaba, V.A., Zil, V.V., Patsera, S.T. (2014), “Evaluation of the adequacy of the statistical simulation modeling method while investigating the components presorting processes” / Scientific bulletin of National Mining University Dnipropetrovsk – Scientific and technical journal. – no.5(143). – Pp.45–50.

УДК 004.89

**О.І. Дідковський**

Аспірант

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ*

### ЗАДАЧА ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

У періоди високих або дуже низьких температур навантаження на електромережі зростає у декілька разів. У той же час вартість додаткових потужностей може зростати експоненційно, завдяки ввімкненню електрообігрівачів, кондиціонерів та інших приладів кліматконтролю. Це пов'язано із специфікою ринку: оптимізація витрат та зниження навантажень у пікові години значно знизить вартість для користувача та для компанії постачальника електроенергії. У роботі [1] показано, що під час каліфорнійської енергетичної кризи 2000-2001 р. зниження навантаження на 5% приводило до зниження вартості електроенергії на 50%.

Ця задача досліджувалась Fanlin Meng [2], який увів допоміжну функцію  $U(x, \omega)$ , де  $x$  – визначає обсяг споживання електроенергії,  $\omega$  – умови споживання: час дня, погода тощо. Дана функція визначає рівень «вдоволеності» споживання електроенергії користувачем. Автор [2] стверджує, що таку функцію раціонально використовувати у стандартних випадках з урахуванням наступних умов:

$$\begin{cases} \frac{\partial U(x, \omega)}{\partial x} \geq 0, \\ \frac{\partial U^2(x, \omega)}{\partial x^2} \leq 0, \\ \frac{\partial U(x, \omega)}{\partial \omega} \geq 0, \\ U(0, \omega) = 0. \end{cases}$$

Розв'язком такої системи є:

$$U(x, \omega) = \begin{cases} \omega x - \frac{\alpha}{2} x^2, & \text{якщо } 0 \leq x \leq \frac{\omega}{\alpha}, \\ \frac{\omega^2}{2\alpha}, & \text{якщо } x \geq \frac{\omega}{\alpha}. \end{cases}$$

На жаль, не завжди є можливим оцінити рівень споживання електроенергії конкретним користувачем, більш того, значно частіше є лише дані про температуру в квартирі. Тому вищенаведена модель є неповною та не містить інформації щодо вподобань користувача і пропонується моделювати поведінку людини у залежності від температури в будівлі, оскільки тоді точніше можна визначити комфортний рівень для будь-якого споживача. Це дозволить дізнатись, яким чином людина змінює установки систем кліматконтролю, що в свою чергу, приведе до зниження споживання електроенергії. Доцільним є застосування такого методу у «перехідних» ситуаціях: наприклад, взимку, коли споживач приходить

додому і починає змінювати температуру, вмикаючи обігрівачі. Для моделювання в доповіді запропоновано змінити допоміжну функцію «вдоволеності»  $U(\omega, T)$ , де  $T$  – температура в приміщенні, з умовою, що для кожного користувача існує проміжок комфортних температур тому потрібно ввести додаткові величини  $T_l$  – нижня межа проміжку та  $T_u$  – верхня межа. Допоміжна функція «вдоволеності» задовольняє наступні умови  $\forall T \notin [T_l, T_u]$  :

$$\begin{cases} \text{sign}(T_u - T) * \frac{\partial U(T, \omega)}{\partial T} > 0 \\ \text{sign}(T_u - T) * \frac{\partial U^2(T, \omega)}{\partial T^2} < 0 \\ \text{sign}(T_u - T) * \frac{\partial U(T, \omega)}{\partial \omega} > 0 \end{cases}$$

Перша нерівність системи є формальним записом такої властивості: у випадку, коли температура будівлі не знаходиться у проміжку комфорту, функція «вдоволеності» зростає, якщо температура наближається до цього проміжку. Друге рівняння вказує на те, що додаткова вдовolenість спадає з наближенням до проміжку комфорту: тобто, якщо людині комфортно при температурі менше ніж 27 градусів, то зниження з 40 градусів до 39 градусів буде набагато відчутнішим, ніж зниження з 30 градусів до 29 градусів. Третя властивість: при статичній температурі покращення умов збільшує «вдоволеність».

У доповіді запропоновано побудувати ймовірнісну модель поведінки споживача при температурі  $T \in [T_l, T_u]$ . Використовуючи дану модель для дії споживача, що спричиняє зміну температури в будівлі, у випадку знаходження температури у межах комфорту, можливо отримати її ймовірність  $P(\langle \text{дія} \rangle | T_l, T, T_u)$ .

Використовуючи результати, одержані в даному дослідженні, можна побудувати ймовірнісну міру, яка буде характеризувати поведінку людини при температурах з проміжку комфорту. Результати моделювання будуть використані надалі: при аналізі існуючих даних та моделюванні нових ситуацій. Основна ціль розробки даної моделі – побудова ймовірнісного простору, який буде враховувати можливості людини та застосовуватись при побудові інтелектуальної системи прийняття рішень. Це дозволить порівнювати вплив зміни температури в будинку з метою зниження енергонавантаження з можливими втратами через ручну зміну внутрішніх умов користувачем.

#### Список використаних джерел

1. International Energy Agency. The Power to Choose - Enhancing Demand Response in Liberalised Electricity Markets. Presentation – 2003. – С. 37-66.
2. Fanlin Meng. A game-theoretic and machine-learning approach to demand response management for the smart grid. PhD thesis. University of Manchester, Manchester – 2015. – С. 35-39.

УДК 004.89

**І.М. Доманецька**

к.т.н, доцент, доцент кафедри інтелектуальних та інформаційних систем  
*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ*

## **АДАПТИВНЕ НАВЧАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ В ГАЛУЗІ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЇ**

**Вступ.** Реалії сучасного життя висувають нові вимоги до знань і вмій фахівців і, отриманого один раз на все життя, диплома недостатньо не тільки для того, щоб будувати кар'єру, а й щоб просто залишатися затребуваним на ринку праці. В цьому напрямі активний розвиток в світовій освітній практиці одержала електронна освіта, що використовує дистанційні технології навчання. Саме вдосконалення освітнього процесу з точки зору сучасних потреб має на меті міжнародний проект «Адаптивне навчальне середовище для забезпечення компетентностей в галузі впливу місцевих погодних умов, якості повітря та клімату на економіку та соціум», що розроблюється в рамках програми ЄС Erasmus+ у сфері вищої освіти за участі вищих навчальних закладів з України. Проект передбачає розробку освітнього контенту орієнтованого на студентів вищих навчальних закладів, фахівців у галузі гідрометеорології та менеджерів на метеозалежних підприємствах і в державних установах та розробку апаратних і програмних компонентів інтелектуального навчального середовища.[1]

**Виклад основного матеріалу.** Основа реалізації ідей безперервної освіти закладена в індивідуалізації навчання. Втілення ідей індивідуалізації навчання стає можливим завдяки індивідуальним освітнім маршрутам, які використовуються в практиці, як загальної, так і професійної освіти. Перша мета проекту полягає в тому, щоб створити дійсно адаптивне навчальне середовище, де всі компоненти можуть динамічно пристосуватися до рівня знань студента, максимально враховуючи структуру його особистості та цілі навчання.

Створюване в рамках проекту персональне середовище навчання є складною розподіленою системою. Компонентами такої розподіленої системи є множина суб'єктів навчального процесу, що характеризуються, властивими для людини, складною поведінкою та інтелектом, індивідуальними засобами комунікації, що робить неефективним застосування традиційних формальних методів для їх опису.[2] В основу інтелектуальної навчальної системи покладений агентно-орієнтований підхід, що використовує принципи розподіленого штучного інтелекту, в рамках якого виділяються наступні компоненти: база знань навчальних об'єктів; агент студента; агент оцінки знань студента; агент формування індивідуальних планів навчання; агент індивідуального середовища навчання.

База знань навчальних об'єктів повинна забезпечити створення, зберігання і використання навчальних об'єктів різної природи. У процесі функціонування, при адаптивному виборі дій, система підлаштовується до індивідуальних особливостей навчальних успіхів студентів і до репозиторія навчальних об'єктів, що постійно



розширюється. Студент також може самостійно шукати відповідний навчальний матеріал і додавати його до модуля. Таким чином, отримуємо єдину налаштовану студентами і системою зону для навчання.

Агент студента є інтерфейсною апаратно-програмною сутністю, що забезпечує студенту можливість роботи з усіма наявними в системі сервісами. Цей агент дозволяє формувати і зберігати цільові компетенції, поточні компетенції того, кого навчають, і сформовані індивідуальні програми навчання. Агент оцінки знань дозволяє студенту визначити свій поточний рівень компетенцій і контролювати процес відпрацювання індивідуальної програми навчання. Агент формування індивідуальних програм навчання здійснює планування послідовності навчальних об'єктів в залежності від цільових компетенцій та компетенцій наявних у студента. Індивідуальне середовище навчання повинне забезпечити можливість роботи з усіма навчальними об'єктами в рамках спланованої послідовності.

Особливістю проекту є його орієнтованість не так на теоретичні, як на практичні знання, придбання яких передбачається в рамках лабораторних робіт навчальних курсів. Тому друга мета проекту – забезпечення можливості доступу до реальних, а не віртуальних лабораторних стендів, що дозволяє дистанційно працювати з приладами. Дана концепція ґрунтується на використанні "розумних" об'єктів (вимірювальних приладів, техногенних і живих систем), вбудованих в інтернет речей.

Багатокомпонентна організація програмно-апаратного комплексу, за якої компоненти початково максимально незалежні один від одного, але мають можливість легко з'єднуватися і обмінюватися ресурсами забезпечує максимальну гнучкість і варіативність остаточної конфігурації системи, яка формується самими користувачами і в будь-який момент може бути ними змінена.

**Висновки.** Запропонована модель адаптивного навчального середовища, на основі агентно-орієнтованого підходу, що використовує принципи розподіленого штучного інтелекту, дозволяє забезпечити індивідуальність роботи учасників процесу навчання та можливість технологічного підключення та формування потрібної конфігурації парку професійних метеорологічних приладів, що знімають показники, які характеризують стан навколишнього середовища у рамках концепції інтернета речей.

#### Список використаних джерел

1. Матеріали проекту «Адаптивне навчальне середовище для забезпечення компетентностей в галузі впливу місцевих погодних умов, якості повітря та клімату на економіку та соціум», URL: <http://e-impact.net/uk/rezultati/deliverables/> (Дата звертання 16.03.2017).

2. Осипова Т.В., Юрасова Е.В. Адаптивная информационная система по метрологии [Текст] / Т. В. Осипова, Е. В. Юрасова // Новые информационные технологии в образовании : материалы VII международной научно-практической конференции. — Екатеринбург, 2014. – С. 466-469.

УДК 621.391.7

<sup>1</sup> **В.М. Домрачев**

к.ф.-м.н., доцент, доцент

<sup>2</sup> **В.Л. Плєскач**

д.е.н., професор, завідувач кафедри

<sup>1</sup>*Європейський університет, м.Київ*<sup>2</sup>*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м.Київ*

## VISUAL PROLOG ЯК СЕРЕДОВИЩЕ ДЛЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

**Вступ.** Комп'ютерні системи сьогодні широко використовуються в процесі прийняття рішень в цілому ряді галузей, в тому числі і в економіці. Серед них виокремлюються так звані експертні системи [1, 2].

Слід усвідомлювати те, що роль комп'ютера у фактичному ухваленні рішень вельми пасивна. Комп'ютер надає в розпорядження фахівця потрібну тому інформацію (за умови правильного звернення до комп'ютера із запитами) і обробляє її відповідно до одержаних інструкцій (також наперед строго сформульованими).

Експертна система – це прикладна програмна система, яка використовується для зберігання даних, що відносяться до конкретної наочної області (у нашому випадку до фінансів), а також для вирішення завдань, що вимагають дискрипторних міркувань, що базуються на цих даних. Поняття це пов'язане з дослідженнями у області штучного інтелекту, при проведенні яких дані формувалися експертами в рамках відповідних областей, щоб в подальшому побудованою ними системою могли користуватися як консультаційним засобом при знаходженні правильних рішень менш підготовлені фахівці.

Експертні системи (граючі автомати) широко використовуються для аналізу операції на валютному ринку. Експертні системи вносять великий внесок в діяльність банків на оптових ринках капіталу. Серед додатків експертних систем, які використовуються банками при проведенні операцій на валютному ринку, слід особливо відзначити імовірнісні оцінки крупних міжбанківських кредитів і складні транзакції з іноземною валютою. Оскільки сьогодні комп'ютерні технології високого рівня реалізуються вже на базі потужних комп'ютерів, кількість реально використовуваних прикладних систем продовжує зростати, і останні стають все більш спеціалізованими.

Особливе значення у процесі програмування систем підтримки прийняття рішень відіграє мова програмування PROLOG (ПРОЛОГ). Перевага ПРОЛОГу полягає в тому, що програма на ньому складається з переліку відомих фактів та правил виводу з них.

Розглядається експертна система, призначена для підтримки прийняття рішень по проведенню монетарної політики. У нашому випадку система наповнюється не знаннями експертів, а інформацією, отриманою з економетричної моделі. Елемент експертності полягає в тому, що кожний

монетарний політик вибирає різні інструменти, і при цьому різні цілі мають різний пріоритет. Підтримка прийняття рішення полягає в тому, що система дозволяє вибрати оптимальне з можливих рішень і при цьому пояснює чому це рішення найкраще. Система володіє інструментарієм, який дає змогу формувати дерево прийняття рішень, де ребра представлені у вигляді правил. Початкова вершина виділена (означена номером 0).

Далі використовується методологія, в якій на основі економетричних оцінок визначаються імовірності досягнення відповідних вершин. У процесі прийняття рішень виділяються кінцеві цілі, яким відповідає листя на дереві прийняття рішень. Кінцевим вершинам відповідають факти: КІНЦЕВА\_ВЕРШИНА(N), де N – номер вершини. Кінцеві цілі зважуються (оцінюються) в міру значущості (корисності). Вершини дерева прийняття рішення нумеруються натуральними числами. Ребрам дерева прийняття рішення відповідають факти: ДІЯ (номер початкової вершини ребра, номер кінцевої вершини ребра, опис дії). Вершинам дерева прийняття рішення відповідають факти опису властивостей стану, в який переходить система в результаті тої чи іншої дії: РЕЗУЛЬТАТ\_ДІЇ(початкова вершина ребра, номер кінцевої вершини ребра, опис стану, імовірність досягнення стану, корисність досягнення стану оцінена за шкалою [-10:+10]).

Система дозволяє переглядати та редагувати правила прийняття рішень. У ній реалізовано алгоритм, що дає можливість знайти оптимальне рішення з погляду ціни, помноженої на імовірність рішення на дереві прийняття рішень. Алгоритм переглядає (перебирає) можливі шляхи на дереві прийняття рішень з початкової вершини в кінцеві й вибирає найбільш цінний (той, якому відповідає найбільша ціна).

Програмно реалізовано систему прийняття рішень на базі запропонованої моделі. Система дозволяє знаходити оптимальне рішення у випадку, якщо фінансова програма представлена у вигляді дерева. Система програмно реалізована на Visual Prolog в середовищі операційної системи Windows.

**Висновки.** Експертні системи вносять великий внесок в діяльність банків на оптових ринках капіталу [1,2]. Серед додатків експертних систем, які використовуються банками при проведенні операцій на валютному ринку, слід особливо відзначити ті, які формують імовірнісні оцінки крупних міжбанківських кредитів і складні транзакції з іноземною валютою. Велике значення у процесі програмування систем підтримки прийняття рішень відіграє мова програмування PROLOG.

#### Список використаних джерел

1. Домрачев В.М. Формування монетарної політики в Україні / Київ, Видавництво «Логос», - 2012. - 467 с.
2. Домрачев В.М. Принятие решений по управлению активами-пассивами коммерческого банка на основе статистического анализа временных рядов показателей рынка банковских услуг / В.М. Домрачев, В.И. Норкин // Интеллектуальные системы, МГУ, Москва, - 2001. - т.6, вып. 1-4. [www.intsys.msu.ru/magazine/archive/v6\(1-4\)/domrach.pdf](http://www.intsys.msu.ru/magazine/archive/v6(1-4)/domrach.pdf). - с.147 – 162.

УДК 621.01:531

**П.В. Дяченко**

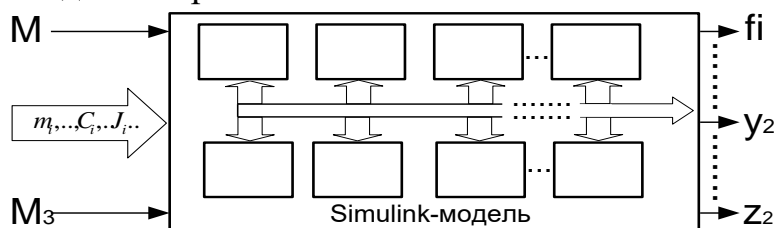
к.т.н., доцент

*Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси***КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ІМІТАЦІЇ РЕЖИМІВ ДИНАМІЧНОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАЛЬНИХ СИСТЕМ**

**Вступ.** Розробка комп'ютерних моделей дослідження впливу зміни навантаження на динаміку коливань у механічних системах (зокрема зубчастій передачі), вимагає врахування сучасних тенденцій розвитку засобів комп'ютерного моделювання, їх специфічних особливостей та класифікації елементів зубчастих передач за частотним діапазоном їх коливань. Для розкриття фізичної сутності протікання динамічних процесів і отримання даних про режими динамічного навантаження зубчастої передачі використовують різні підходи, що базуються на розробці і дослідженні математичних моделей дискретних і неперервних систем [1]. Моделюванню динамічних процесів у механічних коливальних системах та пружних середовищах присвячено ряд публікацій, зокрема [2, 3]. Аналіз публікацій обумовлює актуальність розробки та впровадження у широку дослідницьку практику відповідних імітаційних комп'ютерних моделей на основі використання сучасних моделюючих середовищ, зокрема MATLAB-Simulink.

**Метою** даної роботи є створення та використання комп'ютерної імітаційної моделі дослідження динаміки механічної коливальної системи класу евольвентних зубчастих передач, у режимі періодичної зміни навантаженості.

**Основна частина.** Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд задач, зокрема: на основі математичної моделі динаміки зубчастої передачі необхідно розробити комп'ютерну модель, яка б забезпечувала візуальне спостереження реакції на зовнішнє навантаження змінного характеру радіальних та поздовжньо-поперечних коливань досліджуваної механічної системи по трьох осях; створювана комп'ютерна модель повинна забезпечувати можливість врахування основних масо-інерційних та жорсткісних параметрів зубчастої передачі, та їх зміни у межах визначених умовами експерименту; результати моделювання повинні відображатись у вигляді суміщених осцилограм функцій зовнішньої навантаженості та реакції відповідного елемента зубчастої передачі. Загальну схему модельного експерименту з дослідження режимів динамічної навантаженості наведено на рис. 1.

**Рис. 1. Загальна спрощена схема модельного експерименту**

Вхідними величинами, що впливають на розв'язок (рис. 1), є:  $M$  – крутний момент привідного двигуна,  $M_3$  – момент навантаження,  $m_i, \dots, C_i, \dots, J_i, \dots$  – вектор узагальнених координат, до складу якого входять інерційно-пружні, демпфуючі, та ряд інших параметрів схеми динаміки зубчастої передачі. У якості  $M_3$  використовувались навантажувальні періодичні функції лінійно-зростаючого та ступінчастого вигляду. Вихідною величиною для спостереження було обрано поперечні коливання вихідного валу у горизонтальній площині –  $u_2$ . На основі схеми (рис. 1), використовуючи принципи аналогового моделювання викладені у [4], засобами середовища MATLAB-Simulink розроблено комп'ютерну імітаційну модель, на якій досліджувались режими динамічного навантаження зубчастої передачі.

У ході комп'ютерного експерименту з моделювання динамічних процесів у досліджуваній зубчастій передачі, отримано осцилограми коливань вихідного валу. Осцилограми суміщені з функціями зовнішнього навантаження при різних співвідношеннях періоду обертання вихідного валу і періоду дії навантаження, для випадків лінійного та ступінчастого навантаження.

**Висновки.** Аналіз отриманих осцилограм показує, що:

- для ступінчастого навантаження, амплітуда поперечних коливань вихідного валу залежить від співвідношення періодів обертання та навантаження ( $T_{об}/T_n$ ), і максимального значення досягає у резонансному режимі при їх співвідношенні  $T_{об}/T_n=1$ ;
- для лінійного навантаження спостерігається така ж закономірність залежності амплітуди поперечних коливань валу від співвідношення періодів. Значення максимального згинального моменту, що діє на ділянці валу у резонансному режимі, перевищує навантаження приблизно у 2,5 рази;
- характер осцилограм для лінійного навантаження вказує на те, що на лінійній ділянці зростання моменту навантаження, підвищення амплітуди коливань валу не спостерігається. Різкий стрибок амплітуди коливань відбувається у момент скиду навантаження;
- характер резонансу для лінійного навантаження має більш стрімкий вигляд, порівняно зі ступінчастим, зокрема, амплітуда динамічного навантаження на вал для лінійного навантаження приблизно у 1,4 рази перевищує це значення для ступінчастого.

#### Список використаних джерел

1. Калашников, В. В. Организация моделирования сложных систем [Текст] / В. В. Калашников. – М.: Знание, 1982. – 200 с.
2. 9. Ferfecki, P. Analysis of the vibration attenuation of rotors supported by magnetorheological squeeze film dampers as a multiphysical finite element problem. [Текст] / P. Ferfecki, J. Zapoměl, J. Kozánek // Advances in Engineering Software – February 2017. – Volume 104, – P. 1 – 11.
3. Menshykov, O. V. 3-D elastodynamic contact problem for an interface crack under harmonic loading. [Текст] / O. V. Menshykov, M. V. Menshykova, I. A. Guz // Engineering Fracture Mechanics – January 2012. – Volume 80, – P. 52 – 59.
4. Поршнев, С. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [Текст] / С. Поршнев // Горячая Линия-Телеком, 2003, – 592 с.

УДК 004.89:614.842.4

**<sup>1</sup>Олександр М. Землянський**

к. т. н., заступник начальника факультету цивільного захисту

**<sup>2</sup>Олег М. Землянський**

к. т. н., доцент кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок

*<sup>1,2</sup>Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, м. Черкаси*

## **ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ СППР ПРИ СТВОРЕННІ СИСТЕМИ РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Обсяги негативних наслідків надзвичайних ситуацій, пожеж та аварій за останні роки зростають. Причинами цього є численні об'єктивні та суб'єктивні фактори. Результати проведеного аналізу засвідчили значну роль систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій, насамперед для мінімізації людських жертв та обсягів матеріальних збитків. Потрібно визначити проблеми та задачі, які супроводжують проектування та використання таких систем. Визначення особливостей застосування інформаційного та технічного забезпечення систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій, а особливо їх недоліків, дозволить зробити певні висновки щодо напрямку вдосконалення процесів їх створення.

Одним з таких напрямків є врахування кількості потенційних жертв та обсягу можливих матеріальних збитків. З іншої сторони обмежуючим фактором є фінансове забезпечення. Значення таких критеріїв є інформативним фактором при визначенні ефективності створюваної системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій.

Основним завданням створення сучасних систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій є оповіщення технічного персоналу про можливість їх виникнення ранніх стадіях. Формування сигналів можливості виникнення надзвичайної ситуації базується на великій кількості зовнішніх факторів, визначенні та аналізуванні їх гранично допустимих значень. Значна кількість обчислень потребує створення автоматизованої системи – системи підтримки прийняття рішень (СППР) [5].

Така СППР обов'язково має містити базу знань, як множину певних фактів та правил логічного виведення [4]. Розроблені моделі та методи є основною частиною такої системи. Оскільки з СППР працюватимуть практичні фахівці служби цивільного захисту, то така система матиме максимально дружній і зрозумілий інтерфейс.

Для верифікації пропонованих моделей і методів необхідно провести численні експерименти та виконати порівняльний аналіз із результатами застосування відомих програмно-алгоритмічних систем, наприклад Matlab. Лише одержання тотожних результатів дозволить здійснити впровадження СППР в практику функціонування служби цивільного захисту та використовувати її як для оцінки діючих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій, так і для проектування нових систем.

Різноманітність будівель та споруд, їх форм та внутрішніх елементів є тим неодмінним атрибутом, який необхідно враховувати, проектуючи систему підтримки прийняття рішень. У структурі та елементному базисі бази знань повинні бути враховані можливості певного універсалізму використання СППР та її відкритості для внесення змін, доповнень і розширення функціональності базових блоків.

Реалізацію СППР здійснюємо, використовуючи трирівневе відображення:

«Вихідна інформація» → «Внутрішні перетворення» → «Відображення в зовнішнє середовище».

Перевагою СППР є перетворення формальних результатів у рекомендації консультативного характеру з вказівкою переваг та недоліків варіантів. Крім того, функціонування СППР має інтервальний характер та атрибут пам'яті, коли одержані результати записуються в базу даних та надалі використовуються у розрахунках.

В основу системи підтримки прийняття рішень при створенні системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій покладені принципи відкритості, мобільності, масштабованості та інформаційної єдності. Запропоновано трирівневу ієрархічну структуру її побудови, що включає в себе інформаційно-аналітичний рівень, рівень ідентифікації або взаємодій та інформаційно-консультативний рівень або рівень відображення. Трирівнева інтеграція дозволяє у повному обсязі використовувати переваги бази знань, здійснювати вибір та використання її елементів та надавати консультативні послуги з максимально дружнім інтерфейсом.

В основі структури бази знань лежать нечіткі та звичайні продукційні правила. За допомогою нечітких продукційних правил відображаються суб'єктивні висновки експертів. Звичайні продукційні правила призначені для вибору тих чи інших моделей, методів або процедур із відповідних множин або банків.

#### **Список використаних джерел:**

1. Зайченко Ю. П. Основи проектування інтелектуальних систем / Ю. П. Зайченко. – К.: Слово, 2004. – 352 с.
2. Гнатієнко Г. М. Експертні технології прийняття рішень / Г. М. Гнатієнко, В. Є. Снитюк. – К.: Маклаут, 2008. – 444 с.
3. Снитюк В. Е. Эволюционные технологии принятия решений при пожаротушении: [монография] / В. Е. Снитюк, А. А. Быченко, А. Н. Джулай. – Черкассы: Маклаут, 2008. – 264 с.
4. Молчанов А. А. Моделирование и проектирование сложных систем/ А. А. Молчанов. – К.: Вища школа, 1988. – 359 с.
5. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Керис. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.

УДК 669.18.001.53 : 004.62

<sup>1</sup>Зінченко О.В.

студент

<sup>2</sup>Желдак Т.А.

Кандидат технічних наук, доцент

<sup>1,2</sup>ДВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро

## ПОБУДОВА РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ СТІЙКОСТІ ФУТЕРОВКИ КИСНЕВОГО КОНВЕРТОРА

Виробництво конвертерної сталі в Росії, і в Україні, як відомо, залишиться основним способом виробництва сталі в найближчі роки. Зниження питомих витрат на вогнетривки на тонну сталі і сьогодні, і в перспективі залишиться найважливішим завданням, що стоїть перед виробництвом [1].

Футеровка конвертера піддається хімічним, фізичним, термічних, механічних впливів, на її стійкість впливає також геометрія робочої камери і режими експлуатації конвертера.

Заміна футеровки конвертера є істотною статтею витрат, тому велике значення при виробництві конвертерної сталі має підвищення стійкості футеровки, а також прогнозування кінцевого терміну її роботи.

Стійкістю футеровки називається її здатність протистояти різним впливам зі збереженням протягом тривалого часу будівельної міцності і початкових геометричних форм робочої камери [2].

Стійкість зазвичай вимірюється числом плавок від одного капітального ремонту до іншого. При роботі без систематичного торкретування поверхні стійкість футеровки становить до 1000 плавок.

Вся множина факторів, що впливають на стійкість футеровки, може бути поділена на три категорії [4]:

- 1) Технічні (якість застосованих вогнетривких матеріалів; схема кладки);
- 2) Експлуатаційні (пора року; номер конвертера; інтенсивність роботи);
- 3) Технологічні (параметри ведення плавки; способи догляду за футеровкою протягом кампанії).

На сьогодні є дві основні концепції експлуатації футеровки. Перша розуміє під собою постійних догляд за футеровкою і забезпечення її максимального строку служби. Друга концепція розуміє використання футеровки без будь-якого ремонту. Футеровка зношується, потім її замінюють на нову, яку теж не ремонтують [5].

В роботі виконується нормалізація всіх факторів та приведення їх до єдиного напрямку оптимізації. Для цього було обрано метод природної нормалізації, який поєднує абсолютний підхід із відносним. Це підхід був запропонований американським економістом Леонардом Севіджом. Цей метод нормалізації змінює інгредієнт показника ефективності (абсолютний підхід), а потім виконує приведення даних до розмірності від 0 до 1 (відносний підхід). Це дало змогу



побудувати адекватну модель регресії, яка має невелику похибку прогнозу, а також намагається зменшити усї отримані математичні згортки.

За основу був обраний метод ортогонального обертання. Його суть полягає у обертання вихідного факторіального простору навколо лінії регресії, яка проходить вздовж найбільшої варіації вихідних даних. Це дозволяє набрати максимальну кількість точок, що попадуть на пряму. Потім проводять пряму, яка ортогональна вже існуючій. Таким чином це є варіант методу головних компонент. За кількістю факторів, які мають бути виділені бралась дисперсія, яку відтворюють фактори на рівні 90%. Це означає, що отримана модель втрачає інформацію на рівні 10%.

В результаті отримана лінійна модель залежності стійкості футеровки конвертера від 11 найбільш впливових факторів, а також її стандартна помилка. Похибка моделі не перевищує 185 плавок (тобто не більше 12%).

Для запропонованих даних також була виконана спроба отримати нелінійну модель за допомогою алгоритму Брандона. Втім, вона не дала кращих за лінійну модель результатів, оскільки на кількох поспіль перших кроках алгоритму «вигравала» лінійна модель по одному з факторів, доки варіації не стали малозначимими. Це означає, що фактори, які найбільш суттєво впливають на стійкість футеровки і входять у згортки, мають лінійну залежність з вихідною величиною.

Також отримана лінійна регресія порівнювалася з нейронною двошаровою мережею. Виявилось, що мережа більш гнучко пристосовується до екстремальних викидів у вхідних даних, зменшуючи максимальну похибку прогнозування. Проте вигреш від використання нейронної мережі замість лінійної регресії не дає істотного приросту за критеріями регулярності. Стандартна помилка нейронної мережі склала 125 плавок. Відтак, можна використовувати лінійну модель на практиці.

Перспективним є подальше вдосконалення регресійних моделей та створення на її базі рекомендаційної системи. На вході така система отримуватиме значення параметрів, що впливають на стійкість футеровки, а на виході користувачу видаватимуться прогноз стійкості футеровки, рекомендації щодо зміни окремих параметрів ведення плавки та прогнозоване збільшення її стійкості.

#### **Список використаної літератури**

1. Исламов М. Ш. Проектирование и эксплуатация промышленных печей / М.Ш. Исламов. – Л.: Химия. – 1986. – 280 с, ил.
2. Смирнов А.Н. Конвертируемый металл / А.Н. Смирнов // Металл бюллетень, Украина. – 2007. – №4 (125). – с. 64-74.
3. Аксельорд Л.М. Повышение стойкости футеровки конвертера: огнеупоры, технологические приемы [текст] / Л.М. Аксельорд, А.П. Лаптев, В.А. Устинов, Ю.Д. Геращук // Металл и литье Украины – 2009. – №1-2. – с. 9-19.
4. Оптимизация показателей стойкости и снижение затрат на футеровку конвертера [текст]/ А. Н. Смирнов, К. Е. Писмарев, А. А. Сердюков, А. Ф. Тонкушин, К. Н. Шарандин// Металл и литье Украины № 11 (222)- 2011.

УДК 004.891.3

<sup>1</sup> **О.Є. Іларіонов**

К.т.н., доцент, доцент кафедри інтелектуальних та інформаційних систем

<sup>2</sup> **Н.М. Іларіонова**

К.е.н., доцент, доцент кафедри міжнародних економічних відносин

<sup>1</sup> *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ*<sup>2</sup> *Університет економіки та права «КРОК», м. Київ*

## ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ДЕМПСТЕРА-ШАФЕРА В АНАЛІЗІ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕСТУВАННЯ

**Вступ.** На сьогодні існує значна кількість наукових праць, присвячених проблемі адаптації навчального матеріалу до навчального профілю осіб, що навчаються [1]. Особливо актуальним це питання стало у сфері дистанційного навчання, як відповідь на один із признаних недоліків цього виду навчання, що полягає у відсутності безпосереднього контакту із викладачем і, відповідно, можливості оперативно змінювати контент, його подачу, та взаємодію між різними учасниками навчального процесу у залежності від потреб слухачів.

**Виклад основного матеріалу.** Серед систем дистанційного навчання окреме місце займають корпоративні системи, до яких ставляться досить жорсткі умови щодо їх ефективності. Тому дистанційні курси повинні якомога повно адаптуватися під специфічні швидкозмінні потреби як компанії, так і осіб, що навчаються. Адже цільовою аудиторією корпоративних систем дистанційного навчання є дорослі особи з дуже різними потребами та характеристиками, найбільш вагомими з яких є попередній досвід і знання (компетентності, що формуються з різних предметних областей), навчальні цілі, стилі навчання (які класифікуються у відповідності до різних педагогічних теорій), мотивація, когнітивні характеристики та ін. [1]. Персоналізація дистанційного навчання передбачає визначення цих потреб та характеристик і подальшу адаптацію контенту (його типу і форми подачі), навігації та взаємодії [2]. При цьому виникає проблема занадто великої кількості комбінацій характеристик і, відповідно педагогічних сценаріїв [2].

Одним із ефективних засобів зменшення кількості можливих навчальних профілів і необхідних педагогічних сценаріїв є попереднє тестування наявних компетентностей осіб, що навчаються. На практиці, це відбувається або за допомогою співбесіди (яка часто дає дуже великий відсоток розбіжностей [3]), або за допомогою тестування з визначенням мінімального відсотку набраних балів. Але таке тестування не відображає повну картину володіння компетентностями, адже загальна кількість балів не показує, які саме одиниці предметних областей знає особа і наскільки добре вона володіє цими компетентностями.

Значна частина сучасних досліджень якості тестових завдань та моделювання адаптивного тестування розглядає одновимірні знання (один тест – один фактор – тест на інтелект) і два класи латентних параметрів, від яких залежить ймовірність правильної відповіді на тестове завдання, - рівень підготовки особи і рівень

складності завдання [4]. Але при цьому не враховуються перехресні знання (компетентності, що формуються з різних предметних областей), що є характерним для дорослих учнів.

Для аналізу результатів попереднього тестування можна застосувати теорію Демпстера-Шафера [5], яка дозволяє визначати ймовірність події (рівень знань) з урахуванням ступеню довіри, комбінуючи окремі докази (правильність відповідей на різні тестові запитання, які з різною вагою перевіряють знання різних одиниць предметної області). Тестові завдання вхідного тесту потрібно сформулювати таким чином, щоб експерт (викладач) мав можливість пов'язати зміст питань з декількома одиницями предметних областей (поняттями, концепціями) за допомогою вагових коефіцієнтів [2]. Студент повинен використати знання різних концепцій для того, щоб правильно відповісти на тестове питання.

Маючи зріз поточних знань (з визначеною мірою довіри), за допомогою комбінаційного правила Демпстера отримуються результати (рівень знань), які заслуговують найбільшій довіри. Також розраховуються інтервали довіри для визначення міри невизначеності висновків.

**Висновки.** Проведення попереднього тестування осіб, що навчаються на дистанційних курсах у корпоративних системах дистанційного навчання та аналіз результатів за допомогою інструментів теорії Демпстера-Шафера дозволяє сформулювати показник навчального профілю цих осіб – рівень попередніх знань, - з урахуванням рівня знань окремих одиниць предметної області і використати цей профіль для адаптації контенту під поточний рівень володіння компетентностями. Подальша адаптація повинна враховувати як потенційні помилки та похибки у визначенні початкового рівня знань, так і інші характеристики навчального профілю осіб, що навчаються.

#### Список використаних джерел

1. Essalmi F. A fully personalization strategy of e-learning scenarios [Текст] / F.Essalmi, L.Ayed, M.Jemni, S.Graf // Computers in Human Behavior. – 2010. - N26. – P.581-591
2. Esichaikul V. Student modelling in adaptive e-learning systems [Текст] / V.Esichaikul, S.Lamnoi, C.Bechter // Knowledge management and e-learning: An international journal. – 2011. – Vol 3. – N. 3. – P.342-355
3. Abyaa A. Towards an adult learner model in an online learning environment [Текст] / A.Abyaa, M.K.Idrissi, S.Bennani // IEEE 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training. – 2016. – P.1-6
4. Мазорчук М.С. Методы и модели анализа качества тестовых заданий и моделирование компьютерного адаптивного тестирования в системах дистанционного обучения / М.С.Мазорчук, В.С.Добряк, П.С.Емельянов // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2016. - №73. – С.103-117
5. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 864 с.

УДК 004.43

**Г.Г. Киричек**

канд.техн. наук, доцент, доцент

*Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, Україна*

## ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ ВЕБ-СЕРВІСІВ

**Вступ.** Дослідження веб-сайтів передбачає оцінку їх технічних і ергономічних характеристик. Мета роботи - підвищення ефективності розробки веб сервісів для забезпечення високої якості послуг, що надаються. Актуальність дослідження - у визначенні критеріїв вибору PHP-технологій для створення веб сайтів, з метою підвищення ефективності розробки.

**Огляд інструментальних засобів.** Популярні PHP-фреймворки використовують архітектуру MVC (Model-View-Controller) [1]. OpenCart - сучасна платформа, побудована за принципом MVC і встановлюється на веб-серверах з підтримкою PHP і MySQL. Yii - високопродуктивний компонентний PHP фреймворк, з використанням моделі MVC [1]. Переваги: простота установки; використання сучасних технологій; гнучкість і розширюваність; тестування; безпека; скорочення часу на розробку та легкість у налаштуванні кращої продуктивності. При проведенні аналізу отримано основні складові оцінки технічних характеристик сайтів: швидкість роботи; доступність; валідність коду; відповідність стандартам web та відсутність дублювання сторінок. Показник продуктивності фреймворка - максимальна кількість оброблених системою запитів [2]. При тестуванні визначаємо цей показник для фреймворків: Yii2; Symfony; Cake; Aura і Zend Framework, для компонентів controller і view.

**Модель системи.** Для розробки системи в якості каркаса обрано фреймворк Yii2. Структура програми відповідає механізму його роботи. Класи створені згідно вимог моделі MVC, розміщуються у відповідності з advanced-шаблоном і належать необхідному простору імен. Послідовність процесу обробки запиту є наступною: користувач виконує запит за URL і веб сервер обробляє його, запускаючи скрипт ініціалізації. Потім створюється екземпляр додатку і запускається на виконання. Далі додаток отримує інформацію про запит користувача від компонента додатка request, визначає контролер і дію за допомогою компонента urlManager та створює екземпляр контролера для подальшої обробки запиту. На подальшому кроці з бази даних зчитується модель Product з id рівним 1 та підключається представлення show, передаючи в нього модель Product. При цьому отримуються і відображаються атрибути моделі та підключаються деякі віджети. Сформоване представлення вставляється в макет сторінки, завершуючи його формування та виводить результат. Модель системи - набір класів, рознесених на frontend, backend і common частини, всередині кожної з них класи, які знаходяться в директорії відповідно до моделі MVC. Так як авторизацію виконують класи фреймворка Yii2, то для роботи програми внесені правки в модель User при взаємодії її з моделлю Profile (профіль користувача). За маршрутизацію запитів та механізми пов'язані з авторизацією відповідає UserController. Окремо реалізована модель відображення, змінювати яку можна за допомогою відповідного контролера. Відображення контролерами візуальної частини здійснюється завдяки походженням їх від

головного контролера `\yii\base\Controller`. Внесення змін в структуру бази даних вимагає зміни вихідного коду. Фреймворк Yii2 підтримує можливість міграції баз даних. Це дозволяє відстежувати зміни в базі за допомогою системи контролю версій. Згідно з концепцією ActiveRecord, для кожної з таблиць створюється спеціальний AR-клас, який є відображенням таблиці в об'єктно-орієнтованому підході.

**Оптимізація системи.** Важливий елемент оптимізації продуктивності це кешування схеми - спеціальний тип кешування, що включається при використанні Active Record [3]. Для включення кешування схеми налаштовується компонент cache, а для зберігання інформації у програмі в true встановлюється `\yii\db\Connection::enableSchemaCache`. Наведений код (лістинги 1, 2) демонструє підключення кешування запитів до бази даних сайту.

Лістинг 1. Кешування запитів до бази даних

```
$dependency = new DbDependency;
$dependency->sql = 'SELECT MAX(updated_at) FROM {{%user}}';
$profile = \Yii::$app->db->cache(function ($db) {
    return UserProfile::find()->where
    (['user_id'=>\Yii::$app->user->identity->getId()])
    )->one();
},
3600, $dependency);
```

Лістинг 2. Кешування dataProvider на сторінці з категоріями

```
$dataProvider = new ActiveDataProvider([
    'query' => $productsQuery,
    'pagination' => [
        'pagesize' => 3,
    ],
]);
$dependency = new DbDependency;
$dependency->sql = 'SELECT count(id) FROM product';
\Yii::$app->db->cache(function ($db) use ($dataProvider) { $dataProvider-
>prepare();
}, 3600, $dependency);
```

**Висновки.** У роботі проведено аналіз сайтів, які використовують різні технології та PHP. Розроблено модель системи та проведено її тестування. На підставі тестування ефективності CMS і фреймворків обрано ті, які показали найкращу пропускну здатність і використання пам'яті для свого сегменту. Проведена оптимізація системи для підвищення рівня ефективності її роботи.

#### Список використаних джерел

1. MVC. – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff649643>.
2. Колисниченко Д. Выбираем лучший бесплатный движок для сайта. CMS Joomla и Drupal /Д. Колисниченко. – СПб.:БХВ-Петербург, 2010.– 288 с.
3. Оптимизация производительности. – Режим доступа: <https://yiiframework.com.ua/ru/doc/guide/2/tutorial-performance-tuning/>.

УДК 519.852.3

<sup>1</sup> **К.В. Клименко**

Учень 10 класу

<sup>2</sup> **Ю.В. Триус**

Д.пед.н., к.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри

<sup>1</sup> *Фізико-математичний ліцей, м. Черкаси*

<sup>2</sup> *Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси*

## ЗАСТОСУВАННЯ РОЙОВИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ЗАДАЧ УМОВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

**Вступ.** У наш час в науці і техніці існує потреба вирішення широкого спектра завдань оптимізаційного характеру. Але далеко не всі з цих задач можуть бути вирішені з використанням традиційних підходів. Особливо складно піддаються вирішенню ті завдання, які, як правило, представляють суттєвий інтерес у сенсі їх практичного застосування і характеризуються такими математичними властивостями: необхідністю пошуку глобального оптимуму; складним ландшафтом поверхні пошук, багатовимірністю, багатоекстремальністю, багатокритеріальністю, негладкістю, великою розмірністю та ін.

За наявності у реальних оптимізаційних задачах зазначених властивостей їх розв'язування класичними математичними методами або традиційними чисельними методами оптимізації ускладнене або неможливе. У цій ситуації доцільним є використання методів, що потребують для реалізації лише відомостей про значення цільової функції та функцій-обмежень у точках допустимої множини. До таких методів відносяться методи, що ґрунтуються на еволюційних принципах та колективному інтелекті.

**Метою роботи** є дослідження особливостей ройових алгоритмів та можливості їх практичного застосування для розв'язування економічних задач умовної оптимізації.

Дослідження проводилось у межах науково-дослідної роботи по МАН.

Для досягнення поставленої було виконано такі **завдання**:

- проаналізовано особливості методів колективного інтелекту;
- розглянуто канонічний алгоритм ройової оптимізації (Particle swarm optimization (PSO)) [1] для неперервних екстремальних задач та деякі його модифікації, зокрема адаптивний алгоритм (Inertia-adaptive PSO Aigoritnm) [2], а також програмно реалізовано зазначені алгоритми;
- досліджено можливість застосування ройових алгоритмів для вирішення реальних економічних оптимізаційних задач, зокрема, оптимальної задачі міжгалузевого балансу [3] і класичної задачі про оптимальний інвестиційний портфель (задачі Марковіца) [4];
- проведено порівняльний аналіз результатів розв'язування зазначених задач генетичним алгоритмом і ройовим алгоритмом, реалізованими у системі Matlab, а також результатів, одержаних за допомогою авторських програм PSO і адаптивного PSO.

Враховуючи те, що ройові алгоритми призначені для розв'язування задач глобальної оптимізації на гіперкубі, для розв'язування задач умовної лінійної і нелінійної оптимізації, які є моделями відповідно оптимізаційної задачі міжгалузевого балансу і задачі про оптимальний інвестиційний портфель, було застосовано метод зовнішніх штрафних функцій з квадратичною функцією штрафу виду:

$$R(x, r_k) = r_k \left( \sum_{i=1}^m (g_i^+(x))^2 + \sum_{i=m+1}^s (g_i(x))^2 \right),$$

де  $g_i^+(x) = \max\{0; g_i(x)\}$ ,  $g_i(x) \leq 0, i = \overline{1, m}$ ,  $g_i(x) = 0, i = \overline{m+1, s}$ ,  $r_k \rightarrow +\infty$  при  $k \rightarrow \infty$ .

**Висновки.** Результати чисельного експерименту для розв'язування оптимізаційної задачі міжгалузевого балансу і задачі про оптимальний інвестиційний портфель показали, що ройовий алгоритм в системі Matlab (функція `particleswarm`) [5] і авторські програми PSO та адаптивного PSO розв'язали задачу і знайшли досить точне значення цільових функцій та оптимальних точок. При цьому вони значно краще впоралися з цим, ніж генетичний алгоритм (`ga`), що входить до пакету `Optimization Toolbox Matlab`.

Результати роботи можуть бути використані при розробці факультативу для учнів фізико-математичних ліцеїв з теорії і методів оптимізації. Також матеріали роботи можуть бути використанні у навчанні студентів математичних і комп'ютерних спеціальностей вищих навчальних закладів.

Перспективою подальших досліджень є розширення області застосування ройових алгоритмів при розв'язуванні задач економічного та фінансового аналізу, створення програмного забезпечення для розв'язування задач оптимізації за допомогою ройових алгоритмів та інших методів колективного інтелекту.

#### Список використаних джерел

1. Kennedy J, Eberhart R. Particle swarm optimization // Proceedings of IEEE International conference on Neural Networks. – 1995. – P. 1942-1948.
2. Suresh K. Inertia-adaptive PSO Algorithm for Improved Global Search / K. Suresh, S. Ghosh, D. Kundu, A. Sen [et al.] // Intelligent Systems Design and Applications. – 2008. – Vol. 2. – PP. 253-258.
3. Гранберг А.Г. Математические модели социалистической экономики // Учебное пособие для экономических вузов и факультетов. – М.: Экономика, 1978. – 351 с.
4. Portfolio Selection // The Journal of Finance. – Vol. VII, No. 1, March 1952. – P. 77-81.
5. Particle Swarm Optimization Algorithm. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://www.mathworks.com/help/gads/particle-swarm-optimization-algorithm.html>

УДК 004.92:331.108.26

<sup>1</sup>С.А. Коломієць

Магістрант

<sup>2</sup>О.В. Єгорова

Асистент кафедри інформаційних технологій проектування

<sup>1,2</sup>Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ КОМАНДИ ПРОЕКТУ**

**Вступ.** В управлінні ІТ-проектами часто виникає необхідність не лише визначення учасників проекту, а й формування проектною команди. При цьому, до задачі розподілу робіт між учасниками проектною команди додається проблема пошуку кваліфікованих виконавців. Для вирішення цієї задачі запропоновано математичну модель формування команди проекту та розподілу робіт між її учасниками з урахуванням їх компетентності.

**Виклад основного матеріалу.** Штат потенційних учасників проектною команди компанії налічує  $n$  виконавців. Реалізація кожного проекту передбачає виконання проектних робіт обсягом  $R$  декількох видів  $r_j, j=1, m$ . Виконання кожної проектною роботи потребує відповідних знань і витрат. Керівникові ІТ-проекту необхідно визначити скільки робіт та якого виду необхідно виконати кожному виконавцю при заданому обсягу робіт і витрат ресурсів.

На початковому етапі побудови математичної моделі введемо змінну  $x_{ij}$  – обсяг робіт  $j$ -го виду, який має виконати  $i$  виконавець,  $i=1, n, j=1, m$ . Для кожної групи робіт  $j$ -го виду виділимо  $g, d=1, g$ , груп знань (галузей знань, навичок), які необхідні працівникам для їх виконання. В середині кожної  $d$ -ї групи виділимо  $p_g$  конкретних знань. Необхідність наявності  $p$ -го знання  $g$ -ї групи для виконання  $j$ -го виду робіт позначимо коефіцієнтом  $W_{jgp} \in [0,1]$ . Дійсний рівень професійної підготовленості виконавців позначимо коефіцієнтом  $A_i \in [0,1]$ .

Обсяг знань, якими володіє  $i$ -й виконавець, обчислимо за формулою

$$A_i = \sum_{j=1}^m \sum_{g=1}^d \sum_{p=1}^{p_g} A_{jipg}.$$

Загальний обсяг знань, якими володіють, учасники проектною команди обчислимо за формулою

$$A = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{g=1}^d \sum_{p=1}^{p_g} A_{ijgp}.$$

Обсяг знань, необхідний для реалізації ІТ-проекту, розрахуємо за формулою

$$W = \sum_{j=1}^m \sum_{g=1}^d \sum_{p=1}^{p_g} W_{jgp}.$$

Середні витрати ресурсів  $i$ -го виконавця при виконанні проектних робіт обсягом  $M$  будуть характеризуватися величиною



$$L = \frac{W}{k}.$$

Математична модель розподілу робіт між учасниками проектної команди за критерієм мінімізації нестачі знань виконавців набуде вигляду

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} |L - A_i| \rightarrow \min, \quad (1)$$

при умовах:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_{ij} &= r_j, \\ 0 \leq x_{ij} &\leq r_j, \\ R &= \sum_{j=1}^m r_j, \\ x_{ij} c_{ij} &\leq B, \end{aligned}$$

$c_{ij}$  – ціна, яку бажає отримати  $i$ -й виконавець за виконання  $j$ -ї роботи,  $B$  – гранично допустимий обсяг витрат на оплату праці виконавців.

Для розв'язання задачі (1) розподілу робіт зводимо її до задачі нелінійного програмування з обмеженнями використовуємо модифікований багатофакторний композиційний метод спрямованої оптимізації [2]. Він базується на поєднанні елементів декількох технік: еволюційних стратегій, методу аналізу ієрархій та теорії нечітких множин. Його сутність в класичному викладі полягає в тому, що значення функції, оптимум якої шукають, визначають міру впевненості в тому, що розв'язок-представник вибіркової сукупності потенційних розв'язків є близьким до оптимального. Міра оптимальності (квазіоптимальності) є базисом для формування нової вибіркової сукупності потенційних розв'язків, допускаючи мутації кожного елемента. До участі у загальному селекційному пулі допускаються «батьки» і «нащадки». Шляхом такого ітераційного відбору одержують вибірку сукупність потенційних розв'язків із значеннями, близькими до оптимального розв'язку. Якщо ж процес пошуку повертатиметься до тієї ж точки, то її вважатимуть глобальним екстремумом.

**Висновки.** У доповіді наведено результати дослідження запропонованого методу. Розглянуто аспекти програмної реалізації технології. Виконано експериментальну верифікацію. Найкращі результати отримано у випадку застосування проблемно-орієнтованої штрафної функції. Проведені дослідження свідчать на користь запропонованої технології.

#### Список використаних джерел

1. Єгорова О.В. Про особливості формування цільової функції в задачі розподілу робіт між учасниками проектних команд / О.В. Єгорова, О.І. Онищенко // Молодий вчений. – 2016. – № 11(38). – С. 31–34.

УДК 004.62, 004.67

<sup>1</sup> **А.В. Колотій**

К.т.н., старший науковий співробітник

<sup>2</sup> **О.В. Столова**

К.т.н., інженер 2-ї категорії

<sup>3</sup> **М.С. Лавренюк**

Молодший науковий співробітник

<sup>4</sup> **Б.Я. Яйлимов**

К.т.н., науковий співробітник

<sup>1,2,3,4</sup> *Інститут космічних досліджень НАН України та ДКА України*

## ГЛОБАЛЬНА КАРТА ЗЕМНОГО ПОКРИВУ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ЇЇ ВАЛІДАЦІЇ В МЕЖАХ ІНІЦІАТИВИ ГРУПИ GEO

Карти земного покриття відіграють надзвичайно важливу роль у процесах вивчення та розуміння процесів, які відбуваються в екосистемах, а також для вирішення прикладних задач супутникового моніторингу, зокрема у сфері сільського господарства [1-2].

Такі геоінформаційні продукти дають змогу визначити тренди змін рослинного покриття впродовж тривалого часу, покращувати точність класифікації земного покриття та оцінювати площі – особливо в умовах дефіциту інших джерел даних.

Створення валідованих глобальних та регіональних карт земного покриття на основі часових рядів супутникових даних із високою роздільною здатністю (Landsat – 30 м, Sentinel-1/2 – 10-20 м) є важливою задачею [3-5].

В межах ініціативи робочої групи GEO (Group of Earth Observations) з валідування глобальних карт земного покриття (Global Land Cover Validation) було утворено групу з незалежної оцінки якості карти GlobeLand30 2010-го року [6-7].

Так, Інститут космічних досліджень НАН України та ДКА України отримав понад 300 зразків земного покриття, які належать до 8 загальноприйнятих стандартних типів земної поверхні, для яких із використанням методів фотоінтерпритації у Google Earth було проведено валідацію, результати якої у вигляді матриці помилок представлені у табл. 1.

Загальна точність такої карти класифікації значно поступається регіональним картам, побудованим для території України із використанням методів машинного та глибинного навчання та високопродуктивних обчислювальних ресурсів [8]

Таблиця 1 – Матриця помилок глобальної карти GlobeLand30 за валідаційними точками

		Орні землі	Ліси	Луки	Луки з кущами	Болога	Водні об'єкти	Штучні об'єкти	Гола земля
		70	86	36	10	68	90	37	45
Орні землі	62	37	3	7	4	0	0	1	1
Ліси	55	3	42	0	2	1	0	0	1
Луки	43	4	12	18	6	1	0	0	9
Луки з кущами	12	0	16	4	3	0	0	1	6
Болога	88	0	0	5	1	21	1	1	2
Вода	97	1	0	0	2	1	35	0	0
Штучні об'єкти	85	15	3	6	5	0	0	17	0
Гола земля	21	0	1	2	3	0	0	0	5

Детальні результати валідації глобальних карт земного покриття та їх порівняння з регіональними картами для території України буде представлено під час конференції.

#### Список використаних джерел

1. Kogan F. et al. Winter wheat yield forecasting: A comparative analysis of results of regression and biophysical models //Journal of Automation and Information Sciences. – 2013. – Т. 45. – №. 6.
2. Kolotii A. et al. Comparison of biophysical and satellite predictors for wheat yield forecasting in Ukraine //The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2015. – Т. 40. – №. 7. – С. 39.
3. Kussul N. et al. Regional scale crop mapping using multi-temporal satellite imagery //The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2015. – Т. 40. – №. 7. – С. 45.
4. Lavreniuk M. S. et al. Large-Scale Classification of Land Cover Using Retrospective Satellite Data //Cybernetics and Systems Analysis. – 2016. – Т. 52. – №. 1. – С. 127-138.
5. Lavreniuk M. et al. Regional retrospective high resolution land cover for Ukraine: methodology and results //Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2015 IEEE International. – IEEE, 2015. – С. 3965-3968.
6. Веб ресурс, режим доступу: <http://www.globallandcover.com/>
7. Brovelli M. A. et al. The first comprehensive accuracy assessment of GlobeLand30 at a national level: Methodology and results //Remote Sensing. – 2015. – Т. 7. – №. 4. – С. 4191-4212.
8. Kussul N. N. et al. Land Cover Changes Analysis Based on Deep Machine Learning Technique // Journal of Automation and Information Sciences. – 2016. – Т. 48. – №. 5.

УДК 004.93

<sup>1</sup> **О.О. Коновалов**

Керівник компанії

<sup>2</sup> **М.М. Сажок**

К.т.н., завідувач відділу

<sup>3</sup> **Р.А. Селюх**

Молодший науковий співробітник

<sup>4</sup> **Д.Я. Федорин**

Молодший науковий співробітник

<sup>1-4</sup> Компанія “Technology Improves the World”, Київ<sup>2-4</sup> Міжнародний науково-навчальний центр ІТ та систем, Київ

## МОВЛЕННЄВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

**Вступ.** Сучасні комунікаційні системи моделюють, з більшим або меншим успіхом, функції як свідомої, так і підсвідомої людської діяльності, набуваючи таким чином нових ознак інтелектуальності. Усна мова — найбільш природний спосіб спілкування між людьми. Тому в сучасних комунікаційних системах особлива увага приділяється розвитку мовленнєвих технологій. Так технологія розпізнавання мовленнєвого сигналу дає змогу визначати мову абонента перетворювати його мовлення на текст, який би далі передавався іншому абонентові та озвучувався синтезатором. За мовленнєвим сигналом також може бути визначено емоційний або фізичний стан користувача, що відобразиться у зміні аватару тощо.

У цій роботі ми зосередимось на мовленнєвій інформаційній технології розпізнавання диктора за голосом, оглянемо панівні методи та підходи до вирішення цієї проблеми й опишемо розроблену систему та проведені експериментальні дослідження.

**Підходи.** Метою розпізнавання диктора є ідентифікувати, якому диктору належить мовленнєвий сигнал. З 90-х років домінував підхід GMM-UBM (Gaussian Mixture Model — Universal Background Model) [1]. На сьогоднішній день провідним підходом є використання  $i$ -векторів [2]. Цей підхід передбачає двоступеневе оцінювання параметрів. Спершу оцінюються параметри загальної UBM у рамках GMM-UBM, параметри моделі  $i$ -вектору та параметри порівняння двох векторів. Потім оцінюються параметри індивідуальних моделей дикторів.

**Побудова моделі.** Для заданої фрази модель  $i$ -вектору припускає, що спільний для кооперативу дикторів супервектор генерується таким чином:

$$M = m + T w ,$$

де  $m$  — супервектор, отриманий на основі мовленнєвого сигналу багатьох дикторів і акустичних каналів,  $T$  — матриця з відносно низьким рангом та  $w$  — низьковимірний вектор, що представляє вимовлену фразу. Припускаючи, що  $w$  має нормальний розподіл  $N(0, I)$ , наведене рівняння розглядається як лінійна гауссівська модель, а оцінюваний параметр  $M$  має гауссівський розподіл

$N(m, T T^T)$ . Оцінка параметрів та виведення змінних виконується за навчальною вибіркою шляхом оптимізації відповідної функції ймовірності [2].

За мовленнєвим сигналом, представленим  $i$ -векторами, ймовірність спостереження деякого прогнозованого диктора за умов тестового сигналу обчислюється як косинус-відстань між  $i$ -векторами тестового сигналу та навчального сигналу прогнозованого диктора. Реалізація моделі розроблена на основі інструментальних засобів [3].

**Експериментальні дослідження.** У минулій публікації автори дослідили надійність розпізнавання диктора, використовуючи для побудови моделей навчальну вибірку з іншомовного корпусу [4]. У цій роботі для оцінювання параметрів моделі  $M$  використано українськомовний багатодикторний мовленнєвий корпус *UkReco*, який містить понад 30 000 реалізацій слів і сотні речень від близько 100 дикторів із різних областей України [5].

В експериментальних дослідженнях отриманої моделі використано мовленнєвий сигнал близько 50 дикторів із різних джерел запису. При тестуванні звукових сегментів тривалістю  $3.0 \pm 0.5$  с середня помилка склала 7.3% для записів, здійснених через мікрофонну гарнітуру на ПК, і 9.7% для записів на планшети і смартфони.

**Висновки.** Проведене дослідження показало підвищення надійності розпізнавання диктора при використанні акустичного корпусу, створеного на основі тієї мови, якою вимовляються речення при тестуванні. Спостерігається певна чутливість моделі до акустичного каналу. Майбутні дослідження передбачають застосування дискримінантних підходів з метою виокремлення специфічних ознак, що відповідають різним акустичним каналам, а також подальше збільшення обсягів навчальної вибірки.

Описаний науковий доробок використовується в проектах компанії “Technologies improving the world” [6].

#### Список використаних джерел

1. D. Reynolds. Speaker Verification Using Adapted Gaussian Mixture Models / D. Reynolds, T. Quatieri, and R. Dunn // Digital Signal Processing 10, 19–41 (2000), pp. 19-41.
2. N. Dehak. Front-End Factor Analysis for Speaker Verification / N. Dehak, P. Kenny, R. Dehak, P. Dumouchel, P. Ouellet // IEEE Trans. Audio, Speech & Language Processing 19(4): 788-798, 2011.
3. Povey D. The Kaldi speech recognition toolkit / Povey D. et al // ASRU, 2011.
4. Сажок М. Текстонезалежне розпізнавання дикторів із застосуванням іншомовного корпусу / М. Сажок, Р. Селюх, О. Юхименко // Штучний інтелект. - 2016 (прийнято до публікації).
5. Сажок М. Адаптація акустичних моделей фонем до голосу диктора для пофонемного розпізнавання ізольованих слів української мови / М. Сажок, Р. Селюх, О. Юхименко // Штучний інтелект. - 2009. - №4. - С. 230-233.
6. Компанія “Technologies improving the world” // <http://tiwinnovations.com>.

УДК 004.6

<sup>1</sup> **В.К. Конопля**

Магістрант спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

<sup>2</sup> **О.В. Кравченко**

К.т.н., доцент кафедри інформаційних технологій проектування

<sup>1,2</sup> *Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси*

## ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СПОРТИВНІЙ ІНДУСТРІЇ РОЗВАГ

**Вступ.** У наші дні в спортивній індустрії, індустрії розваг, шоу-бізнес і комп'ютерні технології розвиваються з неймовірною швидкістю. Поєднання таких різних, на перший погляд, складових сучасної культури створило нове, ультра-модне і дуже перспективне явище – кіберспорт.

**Що таке кіберспорт?** Змагання з кіберспорту дуже відрізняються від так званих «випадкових» комп'ютерних ігор [1]. По-перше, не кожна гра підходить для кіберспорту. Її математична модель повинна бути вільною від випадкових подій, всі учасники мають бути в однакових умовах.

По-друге, змагання відбувається між гравцями, людьми. А роль комп'ютера полягає у створенні деякого простору – арени, на якій відбуваються змагання. Під час змагань гравці перебувають у однакових умовах. Великі турніри проводяться по локальній мережі (LAN – Local Area Network), де учасники отримують аналогічні комп'ютери і програмне забезпечення. Гравець не може використовувати з особистого обладнання нічого, крім клавіатури та миші. Комп'ютерна гра в кіберспорті визначає лише правила, які застосовуються до кожного. Перемога повністю залежить від індивідуальної майстерності і командної роботи гравців.

Як і в традиційних видах спорту, команди і гравці знаходяться у центрі уваги. У світі існують тисячі команд у різних кіберспортивних дисциплінах.

Експерти оцінюють ринок кіберспорту в 612 000\$ і він зростає з кожним роком на десятки відсотків[2].

**Висновки.** Вже зараз можна зробити висновок, що кіберспорт це не тільки ігри на комп'ютерах та змагання між ентузіастами, це сучасний світ ігрових розваг, розташований на перехресті з традиційний спортом, комп'ютерної і медійної індустрії. Яким буде цей світ? Як швидко він буде розвиватися? Все це залежить тільки від наших зусиль сьогодні.

### Список використаних джерел

1. Всеукраїнська Федерація комп'ютерних технологій та спорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: \www/ URL: <http://fcsu.com.ua/>.-2017.

2. KeSPA TIMELINE [Electronic resource].–Режим доступа:\www/ URL: <http://www.e-sports.or.kr/>-2017.

УДК 519.876

<sup>1</sup> **В.Ю. Корольов**

К. ф.-м.н., с.н.с., с.н.с.

<sup>2</sup> **М.І. Огурцов**

н.с.

<sup>3</sup> **О.М. Ходзінський**

К. ф.-м.н., с.н.с., с.н.с.

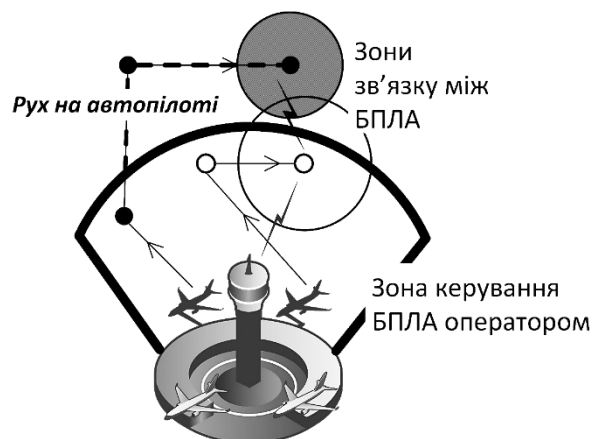
<sup>1-3</sup> *Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України, Київ*

## ПРО ЗАДАЧУ ПОБУДОВИ МАРШРУТІВ РУХУ ДЛЯ ГРУПИ РУХОМИХ ДИСТАНЦІЙНО КЕРОВАНИХ СИСТЕМ

**Вступ.** Задача маршрутизації транспорту (Vehicle Routing Problems, VRP) полягає у виявленні та оптимізації маршруту до заданих точок для транспортних засобів (ТЗ), що знаходяться у депо [1]. В даній роботі пропонується дослідити задачу побудови польотного завдання (маршрутів руху) для групи рухомих дистанційно керованих систем – безпілотних літальних апаратів (БПЛА) [2]. Створення мережі для груп БПЛА, яку можливо розгорнути у польових умовах, є актуальною науково-прикладною задачею.

**Основна частина.** Розглянемо змістовну постановку транспортно-комунікаційної задачі побудови польотного завдання (маршрутів руху) для групи БПЛА з автономним рухом (рис. 1) для обстеження певної території.

**Задача.** Побудувати маршрути до об'єктів, що необхідно обстежити, з мінімальним часом руху до місць призначення і мінімальною кількістю БПЛА та визначити інтервали автономного руху. Особливістю постановки даної задачі є те, що задача маршрутизації ТЗ і задача маршрутизації пакетів даних у мережі мають розв'язуватись сумісно.



**Рис.1.** Ілюстрація побудови маршрутів для двох РРС, один з яких проходить частину шляху на автопілоті

### **Вхідні дані:**

- місця призначення (об'єкти, які слід відвідати), місця посадок БПЛА (депо);
- кількість БПЛА;
- ресурс ходу/руху (кількість пального, заряд акумулятора);

- інтервали запуску і посадки БПЛА, кількість одночасно запущених БПЛА (підтримує станція керування), час підготовки до польоту;
- маршрут руху, місця зупинок і їх тривалість для пункту керування БПЛА.

**Параметри:**

- максимальна дальність передачі сигналу;
- максимальна кількість ретрансляцій польотних завдань;
- пропускна здатність ретранслятора;
- обсяг інформації, що передається в різних режимах;
- максимально допустима затримка сигналу;
- частота опитування БПЛА.

**Критерії:**

- мінімізація сумарного шляху руху БПЛА та їх кількості;
- мінімізація кількості ретрансляцій;
- мінімізація суми радіусів випромінювання за лінією розмежування;
- максимізація інформації, що передається.

Ця задача маршрутизації відноситься до комбінаторних задач, які можна подати у вигляді графа [3]. Також слід враховувати, що у випадку, якщо частина точок для відвідування знаходиться поза зоною зв'язку станції керування, мають використовуватись ретранслятори для підсилення сигналу.

Ця задача може бути зведена до задачі Multiple Depot VRP, MDVRP (транспортна задача з декількома депо) з додатковими обмеженнями. Задачі маршрутизації транспорту (Vehicle Routing Problems, VRP), включаючи MDVRP – це оптимізаційні задачі, що відносяться до класу NP-важких задач [3]; це означає, що обчислювальна складність задачі залежить від розміру вхідних даних експоненційно.

**Висновки.** Предметом розгляду стала змістовна постановка задачі маршрутизації ТЗ при необхідності обстеження певної території. Проблему зведено до задачі маршрутизації ТЗ з декількома депо із додатковими обмеженнями. Для класичної задачі відомі ефективні та швидкі алгоритми пошуку наближених розв'язків, що дозволить значно спростити розв'язування задачі маршрутизації ТЗ, яка є NP-складною задачею.

**Список використаних джерел**

1. Огурцов М.І., Ходзінський О.М. Про формалізацію задачі маршрутизації транспортних засобів при обстеженні території / М.І. Огурцов, О.М. Ходзінський // Праці VIII Міжнародної школи-семінару "Теорія прийняття рішень". Ужгород, 26 вересня – 1 жовтня 2016р., – 2016. – С.198-199.
2. Гуляницький Л. Ф., Самусь А. В. Решение N-методом задачи оптимизации маршрутов транспортных средств с временными окнами / Л. Ф. Гуляницький, А. В. Самусь // Компьютерная математика. – 2012. - №2. – С. 147-155.
3. Огурцов М.І., Ходзінський О.М. Розробка алгоритмів розв'язання задачі маршрутизації транспортних засобів з часовими вікнами / М.І. Огурцов, О.М. Ходзінський // Комп'ютерна математика. - 2016. - №1. — С. 134 – 142.



УДК 004.01; 004.89; 005

<sup>1</sup> **К.К. Красовська**

менеджер з розвитку електронного банкінгу

<sup>2</sup> **Г.В. Красовська**

к.т.н., доцент, доцент

<sup>1</sup> *АТ «Райффайзен Банк Аваль», Київ*

<sup>2</sup> *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ*

## **АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РОЗШИРЕННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ БАНКІВСЬКИХ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ КОНВЕРСІЇ ПРОДАЖІВ БАНКІВСЬКИХ ПРОДУКТІВ**

Згідно до регулярного звіту Національного банку України основну частку доходів українських банків складають процентні доходи за наданими кредитними послугами, але у банківській сфері превалює тенденція недоотримання доходів за виданими кредитами та зниження кредитної активності (низький рівень конверсії продажів кредитних продуктів). [1] Тому побудова правильної двосторонньої комунікації між банком та клієнтом, пошук способів оптимізації такої комунікації та її постійний моніторинг є головною задачею, що повинна вирішуватися при формуванні стратегії просування кредитних продуктів. [2] Важливо зазначити, що саме якісне, а не кількісне вирішення подібного завдання є необхідним для розширення бази потенційних клієнтів банку та стимулювання активності наявних клієнтів.

Метою даної роботи є аналіз підходів до вирішення проблеми збільшення рівня конверсії продажів кредитних продуктів з дотриманням принципу бережливого виробництва та застосуванням сучасних технологій обчислювального інтелекту.

В процесі комунікацій з клієнтом, банк використовує різноманітні методи: розширення мережі відділень, інтернет банкінг, контакт центри, сегментація клієнтів, аутсорсинг, використання альтернативних каналів зв'язку (соціальні мережі, месенджери, електронна пошта), застосування CRM-систем. [2] Але ці методи вимагають залучення значної кількості людських та фінансових ресурсів.

З іншого боку, в процесі діяльності в банках накопичують колосальні об'єми даних про наявних та потенційних клієнтів, а обробка цих даних потребує все більшої обчислювальної потужності систем. Тому банківські установи все частіше використовують у своїй діяльності технології Data Mining для оцінки якості роботи контакт центрів [3], при прийнятті рішень щодо видачі клієнту готівкових кредитів (кредитний скоринг) [4], під час моніторингу шахрайства з банківськими картками [5], в задачах сегментації клієнтів [6]. Існуючі банківські експертні системи побудовані на таких методах Data Mining як: карти Кохенена, багатовимірний статистичний аналіз на основі історичних даних, пошук асоціативних правил та побудова предиктивних моделей на їх основі, дерева рішень, нейронні мережі. Ці системи є ефективними в аналізі та прогнозуванні банківської діяльності, але потребують, на думку авторів, подальшого розвитку.

Сьогодні майже всі українські банки мають сторінки у соціальних мережах, але використовують потенціал цього інструментарію не в повній мірі. Соціальні мережі є зручним і дешевим каналом для проведення маркетингових кампаній, спілкування з клієнтами та містять колосальний об'єм нечітко структурованої інформації, яку банк може використовувати у своїй діяльності. Тому експертні системи мають бути доповнені інструментарієм для аналізу інформації, отриманої із соціальних мереж. Можливі два взаємодоповнюючі шляхи пристосування цих даних до задач таргетування клієнтів та підвищення рівня конверсії продажів: інтелектуальний аналіз коментарів користувачів мережі на сторінці банку та аналіз профілю клієнта у соціальній мережі.

Аналіз коментарів та думок користувачів соціальної мережі є частиною сентимент аналізу, що дозволяє виявити тональність тексту в цілому. Соціальна мережа – замкнений граф, вершинами якого є учасники комунікативного процесу, а ребрами – зв'язки між ними. В свою чергу, цей граф ділиться на підграфи – групи за інтересами, спільноти і т.д. Здійснюючи обхід графа та використовуючи методи сентимент аналізу, можливо виділити інтереси користувачів, сформувавши персональні пропозиції, провести скоринг окремого клієнта, проаналізувавши його профіль, друзів, записи у хроніці, статуси та коментарі. Таким чином база даних банку поступово перетворюється в базу знань, за допомогою якої банк отримує інструмент для аналізу та управління впливом на клієнтські маси.

В умовах розвитку нових соціальних технологій банківські експертні системи мають корелювати із сучасною інтернет-реальністю, що має докорінно змінити всі процеси, які складають основу діяльності банківських установ.

#### **Список використаних джерел**

1.НБУ представил итоги банков. Убыток банковской системы Украины за 9 месяцев 2016 года составил 11,6 млрд. грн. [Електронний ресурс] // Фориншурер. – 2016. – Режим доступа: <http://forinsurer.com/news/16/11/07/34482>

2.Данцев С.С. Використання альтернативних каналів продажів банківських продуктів як фактор підвищення ефективності діяльності банку / С.С. Данцев // Молодіжний науковий вісник УАБС НБУ, Серія: Економічні науки. – 2013. - №3 – С. 288-295.

3.Paprzycki M. Data Mining Approach for Analyzing Call Center Performance / M. Paprzycki, A. Abraham, R. Guo, S. Mukkamala // Innovations in Applied Artificial Intelligence. – 2004. - №1. – С.1092-1101.

4.Виявлення махінацій (fraud detection) [Електронний ресурс] // DMC. – Режим доступу: <http://www.dm-consult.com.ua/uk/solutions/fraud-detection>

5.Рудская Е. Н. Технологии профилирования заёмщиков в банковской сфере: инновации в скоринге и минимизации рисков мошенничества / Е. Н. Рудская, Ю. Ю. Полтавская // Молодой ученый. — 2015. — №24. — С. 567-574

6.Deductor: Credit - кредитование физических лиц // ВІ Partner. - Режим доступ: [http://www.bipartner.ru/resources/deductor\\_credit\\_1.html](http://www.bipartner.ru/resources/deductor_credit_1.html)

УДК 004.896

**В.М. Кришталь**

старший викладач

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту, Черкаси*

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОМПЛЕКТУВАННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Ріст техногенної навантаженості навколишнього середовища, ризику екологічних катастроф, соціальної напруженості в суспільстві та супутні загрози зумовлюють увагу до рівня оснащеності аварійно-рятувальних підрозділів. Відомо, що носіями аварійно-рятувальної техніки (АРТ) є спеціальні автомобілі, найчастіше, пожежні. Обмеженість об'єму контейнерів для перевезення АРТ та значна кількість елементів номенклатури АРТ спричинюють необхідність розв'язання задачі комплектування. Раніше [1] було показано, що головними критеріями, які враховують при комплектуванні АРТ, є  $F_1$  – ціна,  $F_2$  – функціональність,  $F_3$  – потужність,  $F_4$  – надійність. Один з підходів до визначення оптимального комплекту АРТ полягає у зведенні багатокритеріальної задачі

$$F_1 \rightarrow \min, F_i \rightarrow \max, i = \overline{2, 4},$$

з обмеженнями на габаритні розміри комплектів до однокритеріальної [1]. Реалізація методів, які відповідають такому підходу, є проблематичною. Розроблено відповідну технологію з використанням еволюційних методів.

У доповіді запропоновано для розв'язання задачі комплектування АРТ використати експертне оцінювання. Для цього кожен з  $m$  експертів визначає  $n$  можливих варіантів комплектів АРТ. У найгіршому випадку кількість можливих варіантів  $n \cdot m$ . Далі усі експерти голосують за усі варіанти. Ті  $n$  варіантів, які набрали найбільшу кількість голосів, визнаються потенційними розв'язками. Далі кожен експерт ранжує одержані варіанти. Одержимо впорядкування

$$r_1^j < r_2^j < \dots < r_n^j, j = \overline{1, m}.$$

Існує багато методів побудови колективного ранжування на основі індивідуальних. Результуючі ранжування, одержані різними методами, можуть відрізнитись. Вибір остаточного ранжування вимагає додаткового обґрунтування. Ще два підходи базуються на використанні нейронних та нейронечітких мереж. Якщо нейромережі прямого поширення реалізовуватимуть перетворення  $G: \langle F_1, F_2, F_3, F_4 \rangle \rightarrow \alpha$ , де  $\alpha \in (0, 1)$  – визначатиме оптимальність комплекту АРТ. Наведені результати експериментальної верифікації наведених технологій

### Список використаних джерел

1. Kryshtal V. System analysis of formation rescuing equipment sets / V. Kryshtal, V. Snytyuk // International Journal "Information Technologies and Know-ledge". – 2016. – Vol. 10, Number 1. – P. 91-99.

УДК 004.89

**А.И. Круглов**

аспирант

*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ**

В настоящее время технологии определение модели поведения пользователя социальной сети используются для решения огромного числа задач бизнеса, маркетинга, социологии и психологии. Для этого применяют различные подходы: от методов психографики до методов интеллектуального анализа данных и использования аналитического инструментария [1].

Известно, что существует корреляция между моделью поведения пользователя и открытой информацией на его странице в соцсети. Пусть существует зависимость

$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_n), \quad (1)$$

где  $Y$  – перспективность соискателя для работодателя,  $Y \in [0,1]$ , а  $X_i$  – факторы, определяющие пользователя и взятые из социальных сетей. Такие факторы могут иметь как количественные, так и качественные значения.

Идентификация зависимости (1) осуществляется с использованием интеллектуального анализа данных, важной подзадачей является выделение значимых характеристик в информации из данных пользовательского профиля.

Проведенный анализ литературных источников свидетельствует о наибольшей значимости количества фотографий на странице, количества друзей и интенсивности сообщений, количества комментариев, нажатия кнопок “мне нравится” и “поделиться”. Также применяется анализ текстов и контента записей пользователя.

Для увеличения точности определения психотипа пользователя предлагается обработка дополнительной информации: объектов на изображениях, тематик групп пользователя, анализ списка друзей, аудио и видеофайлов, онлайн-активности, а также агрегация данных пользователя из других соцсетей. Это увеличит пространство выбора значительных характеристик, а также обогатит данные для последующего более точного вывода интеллектуальной системы.

Результаты данной работы с одной стороны позволяют работодателям определять перспективность соискателя, а с другой помогут соискателю в определении своих личностных предпочтений, например, при выборе подходящего вида спорта.

### **Список использованных источников**

1 Скиба С.А. Определение типологии потребителя на основе интеллектуального анализа данных профиля пользователя социальной се-ти/ С.А. Скиба, В.И. Лойко // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – №03(107). – С. 1638-1660.

УДК 544.475: 544.183.2 +544.723.54: 544.431.16

<sup>1</sup> **В.В. Кукуєва**

Кандидат хімічних наук, доцент, докторант

<sup>2</sup> **Г.В. Лисиченко**

Доктор технічних наук, член-кореспондент НАН України, директор

<sup>1,2</sup> *Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»*

## КВАНТОВО-ХІМІЧНИЙ ПОШУК ЕКОЛОГІЧНО-БЕСПЕЧНИХ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН НА ОСНОВІ ЇХ СТРУКТУРНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

Комп'ютерне моделювання стає важливим методом для одержання максимального проникнення у визначений аспект, особливо в науці і техніці. Комп'ютерні моделі базуються на теоретичному, математичному описанні специфічної системи. Порівнюючи комп'ютерне моделювання, базоване на теоретичному описанні з вимірюваннями реальної системи можна оцінити або теорію, або експеримент. Комп'ютерне моделювання передбачає застосування комп'ютерної програми, яка описує визначену систему шляхом розв'язування рівнянь, отриманих із абстрактної спрощеної моделі. Іншими словами комп'ютери імітують реальні системи. Найбільш простим типом моделювання є чисельне розв'язання диференційних рівнянь, які не можуть бути вирішені аналітично. Саме такий тип моделювання лежить в основі квантово-хімічних комп'ютерних розрахунків, які дозволяють розкрити механізм складних фізико-хімічних процесів.

**Основна частина.** До недавнього часу бромовмісні хладони 1301(CF<sub>3</sub>Br) і 2402 (C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>Br<sub>2</sub>) застосовувалися як одні з найефективніших речовин для вогнегасіння. Але, як відомо [1], сполуки CF<sub>3</sub>Br і C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>Br<sub>2</sub> руйнують озоновий шар Землі за рахунок наявності в молекулах атомів галогенів Cl і Br, тому з'являється проблема заміни цих речовин екологічно безпечними. Ці ж атоми відповідальні за хімічне інгібування полум'я. Було показано також [2], що радикал CF<sub>3</sub>• також ефективний у захопленні активних центрів полум'я. Експериментальний підбір компонентів більш ефективної екологічно безпечної вогнегасної суміші можливий, але цей шлях вартісний і довгий. Комп'ютерні квантово-хімічні розрахунки дозволяють передбачити імовірні реакційні шляхи і обрати серед них оптимальний. Деякі флуоровмісні вуглеводні (HFC-23 (CF<sub>3</sub>H), HFC-125(C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>H) HFC-227 (C<sub>3</sub>F<sub>7</sub>H)), менш шкідливі для стратосферного озону і, на думку деяких дослідників, ефективні при ліквідації пожежі. Ці речовини мають низьку токсичність, і, але, як вважають автори [2], вони не є хімічними інгібіторами процесу горіння. Їх дія на полум'я обґрунтована розбавленням повітря. В роботі [2] показано, що маса інгібіторів на основі флуоровмісних вуглеводнів, необхідна для гасіння, перевищує масу бромовмісних речовин.

Всі розрахунки електронної структури здійснені з програмним пакетом GAMESS PC [3] з 6-31G (d, p) базисним набором, в якому всі електрони, включені

до розрахунку кореляції. Результати розрахунків деструкції молекул вогнегасних речовин, що суттєво відрізняються за своєю структурою з відщепленням інгібувальної частинки  $CF_3^\bullet$  наведені у табл.1.

Таблиця 1 – Квантово-хімічний розрахунок Хартрі-Фока енергії відщеплення радикалу  $CF_3^\bullet$  від молекул інгібіторів горіння з різною структурою

№ п/п	Шлях деструкції речовини	Енергія розриву зв'язків E, (Хартрі)
1	$CF_3Br \rightarrow CF_3^\bullet + Br^\bullet$	0.0510
2	$CF_3Cl \rightarrow CF_3^\bullet + Cl^\bullet$	0.0562
3	$CF_4 \rightarrow CF_3^\bullet + F^\bullet$	0.1111
4	$CF_3H \rightarrow CF_3^\bullet + H^\bullet$	0.1443
5	$CF_2=CF-CF_3 \rightarrow CF_2=CF^\bullet + CF_3^\bullet$	0.5422
6	$CF_3-CBr=CH_2 \rightarrow CF_3^\bullet + CBr=CH_2^\bullet$	0.1309
7	$CF_3-CF_2-CF_2-CBr=CH_2 \rightarrow CF_3^\bullet + CF_2-CF_2-CBr=CH_2^\bullet$	0.1092
8	$CF_3-CH=CHBr \rightarrow CF_3^\bullet + CH=CHBr^\bullet(\text{trans})$	0.1343
9	$CF_3-CH=CHBr \rightarrow CF_3^\bullet + CH=CHBr^\bullet(\text{cis})$	0.1270

Результати дослідження (реакції 1, 2 табл.1) показують найменшу енергію відщеплення від бромовмісних і хлоровмісних інгібіторів, що збігається з висновками експериментаторів. Підтверджено, що флуоровмісні інгібітори на порядок менш ефективні (реакції 3-6 табл. 1). Також показано, що ненасичений характер сполук і наявність просторових ізомерів не зменшує енергію утворення вогнегасної компоненти, а отже не впливає на ефективність вогнегасної речовини в цілому (реакції 7, 8 табл.1).

**Висновки.** Отже, за допомогою квантово-хімічних розрахунків підтверджено високу ефективність бромовмісних і хлоровмісних інгібіторів і обґрунтовано, що флуоровмісні аналоги не можуть бути достатньо ефективною альтернативою для їх заміни. Показано також, що ненасиченість і просторова ізомерія не підвищують суттєво вогнегасну ефективність

#### Список використаних джерел

- 1.Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, with later amendments, <http://www.ciesin.org/TG/PI/POLICY/montpro.html>.
- 2.Katta V. R. Fire-suppression characteristics of  $CF_3H$  in a cup burner / V.R. Katta, F.Takahashi, G.T. Linteris // Combustion and Flame. – 2006. – V.144. – PP. 645–661.
- 3.Granovsky A.A. URL [http:// classic.chem.msu.su/gran/gamess/index.html](http://classic.chem.msu.su/gran/gamess/index.html) GAMESS PC.

УДК 681.3.06

<sup>1</sup>А.Д. Кулагин

аспірант кафедри механотроніки

<sup>2</sup>Н.С. Ащепкова

к.т.н., доцент, доцент кафедри механотроніки

<sup>1,2</sup>Дніпровський національний університет ім. О.Гончара, Дніпро

## ЗАСТОСУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ БЛОКІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОНВЕРСІЇ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

**Вступ.** Широке використання інтернет технологій при покупках збільшує кількість відвідувачів інтернет магазинів. Бажання підвищити дохід від продажів у мережі можна представити як максимізацію кількості відвідувачів і підвищення ефективності, тобто збільшення рівня продажів (конверсії).

Актуальність даної роботи в затребуваності науково обґрунтованих методик для одержання лідируючих позицій на ринку при постійному зростанні кількості інтернет магазинів і збільшенні конкуренції.

**Зміст роботи.** Надаючи рекомендації про супутні та комплектуючі товари на картці замовленого товару інтернет-магазин підвищує зручність користування сайтом, допомагає користувачеві зробити наступну покупку, пропонує альтернативу, спрощує вибір [1, 2]. Майже всі товари мають супутні та комплектуючі, або альтернативні і новинки. Про це можна інформувати користувача за допомогою рекомендаційних блоків.

Рекомендаційні блоки на картці товару допомагають:

–**збільшити кількість сторінок сайту, що переглядаються**, тим самим збільшити кількість продемонстрованих відвідувачу товарів і в остаточному підсумку збільшити продажі [3];

–**підвищити середній чек замовлення**, тому що збільшиться ймовірність того, що відвідувач не покине сайт із однією покупкою, а скориставшись корисними рекомендаціями та підказками поповнить свій кошик додатковими товарами;

–**зв'язати товари між собою**, тобто поліпшити навігацію по сайті, спростити користувацький пошук [4];

–**підвищити трафік по низькочастотних запитах** завдяки грамотному розподілу статичної ваги сторінок сайту за допомогою внутрішнього взаємозв'язку.

У роботі розглянуто ефективність використання найбільш поширених рекомендаційних блоків: "Схожі товари", "Популярні товари", "Хіти продажів", "Супутні товари", "Новинки", "Акційні товари". У [табл.1](#) представлено **відношення** отриманого додаткового прибутку до витрат на вдосконалення сайту (розміщення рекомендаційних блоків і створення внутрішнього взаємозв'язку між товарами).

**Таблиця 1 – Опис розмітки сторінки**

Назва рекомендаційних блоків	Відносний додатковий прибуток
"Схожі товари"	1.3
"Популярні товари"	1
"Хіти продажів"	0.9
"Супутні товари"	1.6
"Новинки"	1.3
"Акційні товари"	1.6

–**Висновки.** На основі отриманих даних розроблені рекомендації із застосування сучасних методів підвищення рівня продажів. Для збільшення конверсії інтернет-магазину доцільно додавання рекомендаційних блоків: "Схожі товари", "Супутні товари", "Новинки", "Акційні товари".

Експериментальні дослідження показали можливість математичного моделювання системи керування попитом методом матричних ігор [5].

#### **Список використаних джерел**

1. Скотт Б., Нейл Т. Проектирование веб-интерфейсов. Пер. с англ. / Б. Скотт, Нейл Т. – С.-Петербург: Символ-Плюс, 2010. – 352 с.
2. Колисниченко Д. Н. PHP и MySQL. Разработка Web-приложений / Д. Н. Колисниченко. – С.-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. – 543 с.
3. Никсон Р. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL и JavaScript. Пер. с англ. / Никсон Р. – С.-Петербург: Питер, 2011. – 497 с.
4. Хант Б. Конверсия сайта. Превращаем посетителей в покупателей. Пер. с англ. / Б. Хант. – С.-Петербург: Питер, 2012. – 543 с.
5. Воробьев Н. Н. Теория игр для экономистов-кибернетиков / Н. Н. Воробьев. – М.: Наука, 1985. – 272 с.



УДК 004.62

<sup>1</sup> **М.С. Лавренюк**

Молодший науковий співробітник

<sup>2</sup> **Л.Л. Шуміло**

Інженер програміст III категорії

<sup>1,2</sup> *«Інститут космічних досліджень НАН України та ДКА України», Київ*

## РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОБУДОВИ ЧАСОВОГО РЯДУ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ

Часовий ряд супутникових знімків необхідний для розв'язання багатьох прикладних задач таких як класифікація сільськогосподарських посівів, прогнозування врожайності та інші [1-3]. Тому створення часових рядів є важливою частиною підготовки даних для аналізу та подальшого використання. Враховуючи велику кількість супутникових даних в останні роки, створення часового ряду займає багато обчислювальних ресурсів та в першу чергу часу, тому виникає задача оптимізації цього процесу та його пришвидшення.

Для виконання даної роботи запропоновано використовувати розпаралелювання процесу побудови часового ряду у програмі написаній на мові python, що дозволяють здійснювати роботу з кількома каналами растрів одночасно. Для даного експерименту було використано 10 супутникових знімків Sentinel-1 за 2016 рік, та проаналізовано 3 способи розпаралелювання процесів на мові python: модуль threading, модуль subprocess та модуль multiprocessing. Найкращим з них виявився спосіб з використанням модулю multiprocessing.

Використовуючи запропонований спосіб розпаралелювання процесів за допомогою модуля multiprocessing, вдалося оптимізувати та пришвидшити процес утворення часового ряду супутникових знімків. Використання часового ряду знімків дозволило покращити точність карти класифікації, отриманої за допомогою ансамблю нейронних мереж, більше ніж на 10% у порівнянні з класифікацією по одному знімку [2].

### Список використаних джерел

1. Kussul N. Parcel based classification for agricultural mapping and monitoring using multi-temporal satellite image sequences / N. Kussul, G. Lemoine, J. Gallego, S. Skakun, M. Lavreniuk // The International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), — 2015. — P. 165-168.
2. Kussul N. Regional scale crop mapping using multi-temporal satellite imagery / N. Kussul, S. Skakun, A. Shelestov, M. Lavreniuk, B. Yailymov, O. Kussul // Inter. Arch. of the Photo., R. S. & Spatial Inform. Sciences. — 2015. — P. 45–52.
3. Kolotii A. Comparison of biophysical and satellite predictors for wheat yield forecasting in Ukraine / A. Kolotii, N. Kussul, A. Shelestov, S. Skakun, B. Yailymov, R. Basarab, M. Lavreniuk, T. Oliinyk, V. Ostapenko // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences. — 2015. — P. 39–44.

УДК 004.056

<sup>1</sup> **В.А. Лахно**

Д.т.н., доц., зав. кафедри кібербезпеки та управління захистом інформаційних систем

<sup>2</sup> **О.Ю. Пупченко**

Аспірант

<sup>1,2</sup> *Європейський університет, Київ*

## РОЗРОБКА СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СЛАБКО-ФОРМАЛІЗОВАНИХ ЗАДАЧАХ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

**Вступ.** У зв'язку із зростаючою кількістю складних цільових кібератак на критично важливі комп'ютерні системи (КВКС), однією з найбільш актуальних проблем суспільства стає інформаційна безпека (ІБ) і одна з її складових – кібербезпека (КБ). У ході проведення цільових атак кіберзлочинці часто використовують унікальні шкідливі програми і способи проникнення в КВКС (об'єкти кіберзахисту – ОБКЗ). Протистояти постійному зростанню складності нелегітимних дій на КВКС можна, зокрема, використовуючи системи інтелектуального розпізнавання кібератак (СІРКА), оснащені модулями підтримки прийняття рішень (СППР). Архітектура останніх, як правило, передбачає і систему інтелектуального аналізу даних (СІАД або Data Mining). СІРКА дозволяють виявляти закономірності динаміки розвитку станів ОБКЗ, комбінуючи пізнання і досвід прийняття рішень експертами, і обчислювальний потенціал СІАД. У складних ситуаціях для гарантованого забезпечення захисту інформації процес прийняття рішень повинен відбуватися за умови активної взаємодії з експертами, причому без комп'ютерних технологій така робота видається дуже трудомісткою. Навіть початкову проблему проектування комплексних систем захисту інформації (КСЗІ) можна віднести до слабо- формалізованих завдань. До подібних завдань відносяться і ситуації, пов'язані з розпізнаванням тривалих цільових кібератак, що не супроводжуються явними ознаками. Тому тематика дослідження, присвяченого розвитку моделей СППР в слабоструктурованих завданнях ІБ є актуальною.

Процедура структуризації ситуації, пов'язаної із завданням підтримки рішення щодо забезпечення ІБ ОБКЗ, розглянута в функціональному і структурному контекстах поняття – поле знань (ПЗН) кібербезпеки. Варіант структурного підходу дозволяє виконати декомпозицію ситуації. Це дає можливість проаналізувати структурно-функціональні відносини складових компонент ІБ (КБ). Відбір компонент реалізується в ході взаємодії СППР і СІРКА [1, 2]. Результат такої взаємодії представлений ієрархічною компонентою «Частина-Ціле», де – ціле (множина чи алфавіт), – відношення «Частина-Ціле» на алфавіті.

Для варіанту функціонального підходу дефініція ситуації визначає базисні оцінки нелегітимного втручання в роботу КВКС. Прийнято для всіх компонент ситуації – множина вершин, – матриця суміжності (МС) орієнтованого графа (ОГ), який визначає для кожної компоненти ситуації її функціональну структуру.

Використовуючи експертів, будуємо когнітивні карти (КОГК), які відображають суб'єктивне трактування закономірностей функціонування елемента ОКЗ. Потім отримані КОГК групуються, де, де – сукупність ознак («П»), що характеризують зміну ситуації. У розробленій СППР використовується модель репрезентації знань у вигляді знакового ОГ, а також ПЗН [1,2]. ПЗН задається: вхідними даними (фактори – ) задач для СППР; висновками (вихідні дані – ); моделлю (МО), використовуюваною для трансформації вихідних даних в висновок. Модель описана системами, які відображають, відповідно, структуру ситуації і закономірності реалізації ПБ ОБКЗ. КОГК описані у функціональній системі (ФС) ПЗН. У процесі опису КОГК застосована шкала інформативності «П» [3]. Для опису КОГК також використовувалися методи виявлення переваг експерта (або особи, що приймає рішення – ОПР), що аналізує сценарії трансформації ситуацій. Використовуючи метод [2,3] отримана впорядкована множина лінгвістичних значень (ЛЗ) го «П» го судження для го номера ЛЗ, елементи якого відображені в діапазоні [0,1]. Для кожного «П» судження визначена шкала. Розподіл шкали має лінгвістичну інтерпретацію. Для ситуації, коли необхідно отримати сценарій трансформації ситуації вихідними даними є безліч чинників: ; шкала(и) факторів; початковий стан ОБКЗ до виникнення ситуації, яка аналізується; МС, де – номер поняття, – номер «П» судження, з номерами, відповідно.

**Висновки.** Розроблено модель опису у понятійному і функціональному аспекті процесу формування та застосування БЗ СППР для обставин, пов'язаних з виявленням окремих важкопояснюваних ознак аномалій і атак, що дозволяє підвищити розуміння процесів кіберзахисту КВКС.

#### Список використаних джерел

1. Fielder, A. Decision support approaches for cyber security investment [Text] / A. Fielder, E. Panaousis, P. Malacaria, C. Hankin, F. Smeraldi // Decision Support Systems. – 2016. – Vol. 86. – p. 13–23.
2. Atymtayeva, L. Building a Knowledge Base for Expert System in Information Security [Text] / L. Atymtayeva, K. Kozhakhmet, G. Bortsova // Chapter Soft Computing in Artificial Intelligence of the series Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2014. – Vol. 270. – p. 57–76.
3. Lakhno, V. Design of adaptive system of detection of cyber-attacks, based on the model of logical procedures and the coverage matrices of features / V. Lakhno, S. Kazmirchuk, Y. Kovalenko, L. Myrutenko, T. Zhmurko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – No 3/9(81). – p. 30–38.

УДК 659.44

<sup>1</sup>**В. В. Ліман**

К.т.н., доцент, доцент кафедри економіки ВФЕУ

<sup>2</sup>**О. С. Антоненць**

Студентка ВФЕУ

<sup>1,2</sup>*Вінницький фінансово-економічний університет, м. Вінниця*

## ФОРМУВАННЯ РЕПУТАЦІЇ КОМПАНІЇ В ІНТЕРНЕТ.

**Вступ.** Інтернет на сьогодні є одним із найважливіших комунікаційних каналів, за допомогою яких потенційні клієнти чи покупці можуть отримувати інформацію про діяльність тієї чи іншої компанії. Тому, із зростанням частки жителів країни, що користуються послугами Інтернет, зростає актуальність формування позитивної он-лайн репутації для об'єктів господарювання. Однак питання оцінки та управління репутацією в Інтернет для багатьох українських компаній є новим досвідом, тому дослідження даної теми є актуальним.

Як зазначено в [1], управління репутацією за допомогою традиційних ЗМІ та засобами Інтернет має суттєві відмінності. Зокрема, в Інтернет значно важче відстежити, попередити та усунути негативну інформацію, а також – передбачити наслідки неконтрольованого її поширення. На нашу думку, іншою важливою проблемою, особливо - для невеликих вітчизняних підприємств, є те, що вони недостатньо повно представлені в Інтернет, внаслідок чого інформація про їх переваги не доходить до цільової аудиторії потенційних клієнтів. Якщо інформацію про те чи інше підприємство важко знайти в Інтернет, то, по суті, онлайн-репутація такого підприємства відсутня. Нехтування питаннями формування он-лайн репутації особливо притаманне для малих і середніх підприємств, які не в змозі виділити кошти на послуги спеціалістів з інтернет-маркетингу. Ще однією причиною, що стримує активність таких підприємств в Інтернет-просторі є брак відповідного досвіду їх керівної ланки, яка приймає рішення про доцільність виділення ресурсів та контролює ефективність їх використання.

**Метою роботи** є визначення найважливіших напрямків формування Інтернет-репутації фірми, які не потребують для своєї реалізації залучення високооплачуваних спеціалістів та сервісів.

**Виклад основного матеріалу.** Виходячи з вищесказаного, на основі власного досвіду Інтернет-маркетингу та тематичних публікацій [2], в яких спеціалісти –практики описують свій досвід електронної комерції, нами виокремлені наступні найважливіші напрямки, яким доцільно приділити увагу при формуванні репутації компанії.

1. Забезпечити представництво компанії на місцевих сайтах, довідниках, бізнес-каталогах, а також на спеціалізованих тематичних сайтах. Потрібно переконатись, що фірма правильно представлена в відповідних найбільш популярних місцевих Інтернет-ресурсах. Зробити її аккаунти максимально

інформаційними та презентативними, додавши до них фотографії, інформацію про діяльність та акції, тощо.

2. Створити якісний корпоративний сайт із інформацією про компанію та її продукти чи послуги. При створенні чи оновленні корпоративного сайту потрібно звернути увагу на такі його аспекти як представницький дизайн, структура, наповнення та пошукова оптимізація. Бажано також додавати чи оновлювати інформацію на сайті хоча б раз в тиждень, щоб він не справляв враження покинутого.

3. Відслідковувати випадки згадування фірми в Інтернет. Реалізувати це можна як в ручну, за допомогою пошукових систем, так і з використанням спеціалізованих Інтернет-сервісів. У випадках обговорення в Інтернет діяльності фірми, приймати в них участь. Вчасно гасити конфліктні ситуації, запобігаючи перетворенням їх в інформаційні атаки та неконтрольоване поширення негативної інформації. З цією ціллю в багатьох спірних випадках можна застосувати, наприклад, таке звернення: «Просимо вибачення за доставлені незручності та просимо детальніше описати дану проблему в особистому повідомленні, щоб ми могли її вирішити».

4. Реалізувати присутність фірми в основних соціальних мережах. Розташувати на корпоративному сайті кнопки та віджети, що ведуть на аканти та сторінки фірми в соціальних мережах та дозволяють ділитись інформацією, яка сподобалась

**Висновки.** Таким чином, нами запропоновано комплекс першочергових заходів із формування репутації компанії в Інтернет, який дозволить певною мірою формалізувати процес прийняття рішень керівною ланкою малих та середніх фірм щодо забезпечення їх Інтернет-представництва та запобігання поширенню щодо них неконтрольованої негативної інформації.

#### Список використаних джерел

1. Міцура О.О., Хижняк М.О. // Управління онлайн-репутацією: теоретичні засади та методичні підходи Маркетинг і менеджмент інновацій, 2012, № 4 С.121-129
2. Форум об інтернет-маркетинге [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://searchengines.guru>

УДК 519.8

<sup>1</sup> М.М. Ломага

старший викладач

<sup>2</sup> Н.В. Семенова

д.ф.-м.н., с.н.с., п.н.с.

<sup>1</sup>ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород<sup>2</sup>Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ

## КВАДРАТИЧНІ ЗАДАЧІ ЛЕКСИКОГРАФІЧНО-ПАРЕТІВСЬКОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Лексикографічно-паретівська згортка порядків виникає, якщо різноважливі порядки нестрого ранжировані, тобто один і той ранг можуть мати два і більше порядків, які в межах цього рангу є попарно різноважливими порядками.

Нехай  $F(x) = (f_1(x), \dots, f_l(x))$  – впорядкована сукупність векторних функцій  $f_k(x) = (f_{k1}(x), \dots, f_{kl_k}(x))$ ,  $k = 1, 2, \dots, l$ , кожна з яких є векторною згорткою квадратичних опуклих критеріальних функцій  $f_{ki}(x)$ ,  $i = 1, 2, \dots, l_k$  у субординції попарної рівноважливості.

Розглядається і досліджується задача лексикографічно-паретівської максимізації

$$\max^{LP} \{F(x) | x \in X\}, \quad (1)$$

де  $X \subset R^n$  – допустима множина, яка задається за допомогою системи лінійних рівнянь та нерівностей. Якщо  $l = 1$ , то маємо задачу паретівської оптимізації, якщо для всіх  $1 \leq k \leq l$   $l_k = 1$ , то маємо задачу лексикографічної оптимізації.

Знаходження оптимальних розв'язків задачі (1) може бути зведено до задач лексикографічної максимізації.

Нехай

$$z_k(x) = \sum_{i=1}^{l_k} \alpha_{ki} f_{ki}(x),$$

$$\text{де } \alpha_{ki} > 0, \quad i = 1, 2, \dots, l_k, \quad k = 1, 2, \dots, l, \quad \sum_{i=1}^{l_k} \alpha_{ki} = 1.$$

Розглянемо задачу лексикографічної максимізації

$$\max^L \{Z(x) | x \in X\}, \quad (2)$$

$$\text{де } Z(x) = (z_1(x), \dots, z_l(x)).$$

Нехай  $LP(F, X)$  – множина оптимальних розв’язків лексикографічно-паретівської задачі (1),  $L(Z, X)$  – множина оптимальних розв’язків задачі лексикографічної оптимізації (2).

Справедлива теорема

Теорема 1. Оптимальний розв’язок задачі (2) є оптимальним розв’язком лексикографічно-паретівської задачі (1).

Наслідок.  $L(Z, X) \subset LP(F, X)$ .

Якщо задача (2) має розв’язки, то серед них є оптимальні розв’язки, які є крайніми точками множини  $X$  [1].

Нехай  $LP^v(F, X)$ ,  $L^v(Z, X)$  відповідно множини оптимальних розв’язків задач (1) і (2), які є крайніми точками множини  $X$ . Тоді має місце теорема

Теорема 2.  $LP^v(F, X) \neq \emptyset$ .

Розв’язок задачі (2) можна знайти шляхом зведення початкової задачі до скалярної з функціоналом, що є згорткою часткових критеріїв [1], або наближеним алгоритмом розв’язування лексикографічних задач з опуклими функціями критеріїв [2], або за схемою скаляризації [3].

#### Список використаних джерел

1. Ломага М.М. Квадратичні задачі лексикографічної оптимізації: властивості та розв’язання / М.М. Ломага, В.В. Семенов // Комп’ютерна математика. – 2013. – № 2. – С. 134-143.
2. Семенова Н. Алгоритм решения многокритериальных задач лексикографической оптимизации с выпуклыми функциями критериев / Н. Семенова, М. Ломага, В. Семенов // International Journal “Information Theories and Applications”, Vol. 21, Number 3, 2014. P.254-262.
3. Червак Ю.Ю. Оптимізація. Непокращуваний вибір / Ю.Ю. Червак. – Ужгород: Ужгородський національний університет, 2002. – 312 с.

УДК 819.8

<sup>1</sup> **М.М. Маляр**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри кібернетики і прикладної математики

<sup>2</sup> **М.М. Шаркаді**

кандидат технічних наук, доцент кафедри кібернетики і прикладної математики

<sup>1,2</sup> ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОМУ ОЦІНЮВАННІ

**Вступ.** Людині у своїй діяльності, для досягнення поставлених цілей, приходиться приймати рішення по усуненню різного роду проблемних ситуацій. Вирішення проблемної ситуації – це процес, який складається із певних етапів, кількість яких залежить від самої проблеми.

Задачі багатокритеріального оцінювання зустрічаються у різних сферах повсякденного життя і їх розв'язання викликає великий інтерес при вирішенні проблем прийняття рішень.

Проблема прийняття рішень при багатокритеріальному оцінюванні являється актуальною і потребує розробки інформаційної технології, яка б враховувала невизначеність при оцінюванні. З одного боку, інформаційна технологія (ІТ) – це процес, що базується на моделях і методах роботи з інформацією у вигляді перетворення, переобробки та представлення вхідної (первинної) інформації у інформацію нової якості для прийняття правильного рішення, використовуючи технічно-апаратне і програмно-алгоритмічне забезпечення. З другого боку, інформаційна технологія – це процес ціленаправлених дій, який складається із чітко регламентуючих операцій, етапів, дій різної складності над даними. Таким чином, ІТ – це інструмент, що приводить до зменшення трудомісткості і підвищення ефективності процесів використання інформаційних ресурсів.

Архітектура ІТ – це загальний план або концепція створення інформаційної системи з певною структурою компонентів і їх взаємозв'язків. Головна характеристика будь-якої інформаційної системи підтримки прийняття рішень це наявність моделей для аналізу реальної дійсності. Представимо архітектуру ІТ прийняття рішення при багатокритеріальному оцінюванні у вигляді системи з наступними компонентами (елементами).

1. Діагностика проблеми. Визначення предметної області, в якій виникає проблема, формування первинної інформації про проблемну ситуацію. Супроводжується залучення експертів, аналітиків, консультантів для описання проблемної ситуації.
2. Ідентифікація та аналіз проблемної ситуації включає наступні елементи:
  - описання цілей вирішення проблемної ситуації;
  - виявлення альтернативних рішень вирішення проблемної ситуації;



- визначення критеріїв та структурний аналіз критеріального простору для оцінювання альтернативних рішень.
3. Структуризація і моделювання проблемної ситуації. Математична інтерпретація проблеми дозволяє знаходити інформацію корисну для прийняття правильного рішення. Дана компонента представляє проблемну ситуацію у вигляді моделі задачі багатокритеріального вибору на скінченій або континульній множині альтернатив з використанням наступних елементів[1]:
- моделі принципу оптимальності;
  - моделі обмеженої раціональності;
  - моделей фазифікації критеріального простору;
  - описання нечіткої множини та моделей функції належності;
  - моделі суперечливості та зв'язаності критеріїв;
  - моделей кластеризації критеріального простору.
4. Багатокритеріальний аналіз моделі проблемної ситуації. Це методи та алгоритми переобробки первинної інформації на основі запропонованих моделей. Дана компонента включає сукупність методів і алгоритмів для розв'язання багатокритеріальних задач вибору[1], на основі принципу обмеженої раціональності з використанням апарату нечіткої математики. Принципу обмеженої раціональності – це визначеного типу умови, які дають можливість серед всіх можливих допустимих варіантів виділити ті, які можуть претендувати на роль найкращих(оптимальних).
5. Представлення перетвореної інформації. Рекомендації у вигляді ранжувальних рядів альтернативних варіантів для прийняття рішень.

Кожна із приведених компонент(2-5) реалізована у вигляді окремої інформаційної технології. Дані інформаційні технології засновані на системному підході використання інструментальних методів, які вирішують окремі завдання багатокритеріального аналізу, оцінювання та вибору при прийнятті рішення. Групи інструментальних методів використовуються залежно від типу, механізму вибору та моделі задачі вибору.

**Висновки.** Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень(ІТППР) при багатокритеріальному оцінюванні синтезується на базі приведених технологій. Запропонована ІТППР дозволяє розв'язувати задачі багатокритеріального вибору в умовах невизначеності, які моделюються дискретними і лінійними неперервними моделями на основі принципу обмеженої раціональності з використанням апарату нечіткої математики.

#### Список використаних джерел

1. Маляр М.М. Моделі і методи багатокритеріального обмежено-раціонального вибору: Монографія [Текст]/ М.М. Маляр – Ужгород: РА “АУТДОР-ШАРК”, 2016. – 222 с.

УДК 519.7

<sup>1</sup> Р.А. Мельник

Д.т.н., професор

<sup>2</sup> І.В. Михавко

студент

<sup>1,2</sup> Національний університет «Львівська політехніка», м, Львів

## АНАЛІЗ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ДАНИХ ПРОГНОЗІВ ПОГОДИ

**Вступ.** Для визначення джерела найбільш достовірного прогнозу погоди дані про погоду з різних сайтів необхідно класифікувати і визначити точність прогнозу на основі реальних показників температури в конкретній географічній місцевості.

**Класифікація даних.** Для аналізу та класифікації створено модуль автоматичного збору інформації про погоду з різних сайтів та веб-застосування, в якому здійснюється аналіз та класифікація даних прогнозу температури повітря за матрицею близькості.

Формується матриця відстаней між графіками температур:

$$d_{ij} = \left[ \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|^p \right]^{\frac{1}{p}} \quad (1)$$

Матрицю відстаней розглянемо як матрицю суміжності повного графа на  $n$  вершин. Тоді класифікація полягає в поділі графа на дві частини: група вершин, сильно зв'язаних між собою та група, що залишилась. Підграфи виділяємо, беручи ті вершини, ребра між якими, мають найменшу вагу. Для виділення під графа застосуємо послідовний метод поділу графа на частини.

Для тестування вибрано 7 погодних веб ресурсів. Результати класифікації наведено на рис. 1.

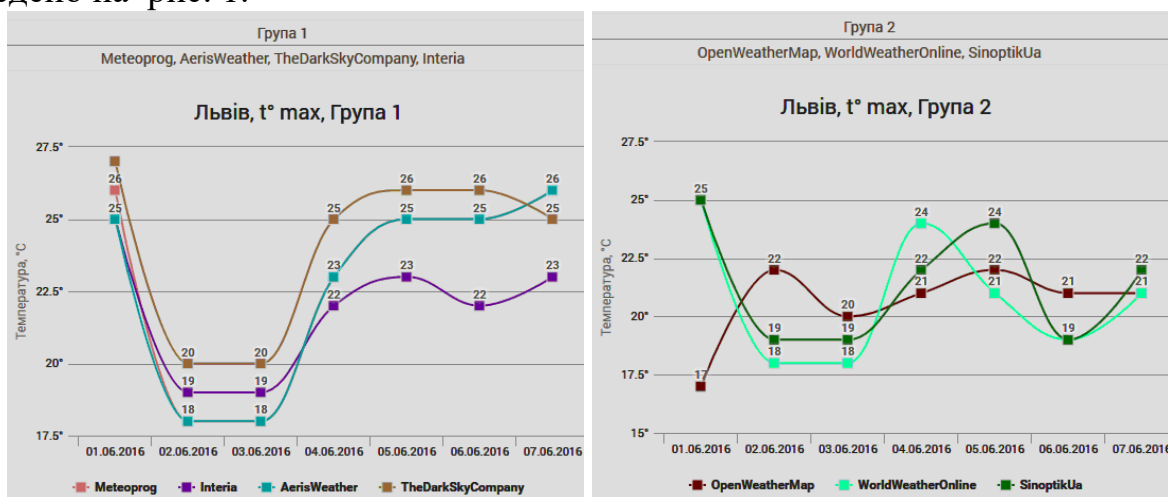


Рис. 1 .Класифіковані дані сайтів прогнозу температури

**Вибір найбільш достовірної прогнозів погоди.** Дані прогнозів заносяться в базу даних. Одночасно заносяться в базу даних реальні температури повітря у день формування записів. Щоб побачити, яке саме джерело дає найкращі прогнози, після декількох днів знімання даних порівнюємо температурні дані прогнозу з

реальними. Останніми приймаємо як дані нульового дня прогнозу погоди на кожному сайті. За певну кількість днів обчислюємо коефіцієнти близькості між прогнозованими значеннями та реальними значеннями температури погоди у даній місцевості. Похибка прогнозу виводиться на сайті результатів аналізу (рис.2).



**Рис. 2. Порівняльний аналіз даних прогнозу погоди різних сайтів.**

**Висновок.** Розроблене програмне забезпечення дозволяє порівнювати прогнози погоди з багатьох джерел, класифікувати їх за матрицею подібності, а також класифікувати їх за ступінню точності прогнозу.

УДК 004.896

<sup>1</sup> **Е.С. Меняйлов**

ассистент

<sup>2</sup> **А.В. Старцева**

студент

<sup>3</sup> **А.В. Заярный**

студент

<sup>4</sup> **С.В. Черныш**

аспирант

<sup>1-4</sup> *Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РОБАСТНОГО ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ**

Снижение рисков больших затрат на доводку сложных технических систем в условиях серийного производства возможно на счет внедрения в практику методов робастного оптимального проектирования, основанных на применении методов вычислительного интеллекта.

В данной работе представлены методология решения многокритериальных задач стохастической оптимизации со смешанными условиями (MV-задач) и реализующая ее компьютерная система поддержки принятия решений (КСППР) «Concept\_Pro\_St<sup>®</sup>». Данная КСППР предназначена для нахождения решения прямой нелинейной задачи расчета конструкторских размерных сетей – по заданным значениям математических ожиданий и доверительных интервалов величин критериев выбора решений (целевых функций) или фазовых переменных рассматриваемых систем (подсистем) или процессов находятся математические ожидания и доверительные интервалы величин управляющих переменных подсистем (функциональных элементов).

Разработанная КСППР выполняет следующий набор функций:

– подготовка входных данных (обучающей выборки): методы предварительного нормирования входных данных. В качестве входных данных используется множество конструктивных и режимных параметров, управляющих и фазовых переменных, критериев выбора решений (целевых функций), которые в совокупности образуют множество альтернатив. Генерация обучающей выборки осуществляется с использованием либо решений в детерминированной формулировке прямой задачи анализа, либо экспериментальных исследований аналогов ;

– методы построения метамоделей (формальных математических моделей в форме уравнений регрессии) рассматриваемых систем и процессов: методы аппроксимации векторных функций векторных переменных на основе применения обучаемых искусственных нейронных сетей (ИНС) – однонаправленных

многослойных и радиально-базисных ИНС [1]. В качестве скалярной свертки критериев выбора решений использовался критерий вида [2]. Обучение рассматриваемых ИНС осуществляется методом стохастической аппроксимации на основе овражного метода сопряженных градиентов. Применение предлагаемых разработок позволяет получать стабильные (робастные) оценки параметров нейросетевых моделей в условиях неопределенности входных данных, что обеспечивает синтез робастных метамоделей;

- графические средства трехмерного представления метамоделей;
- методы оценивания информативности (значимости) переменных метамоделей с учетом парной корреляции и точности измерения переменных;
- метод синтеза решений задач модификации. В качестве скалярной свертки критериев выбора решений использовался критерий, описанный в работе [2]. Синтез квазирешений осуществлялся методом регуляризации. Применение предлагаемых разработок позволяет получать эффективные стабильные (робастные) оценки искомых величин в условиях параметрической неопределенности входных данных. В качестве вычислительного метода синтеза решений применялся эффективный меметический алгоритм, основанный на совместном использовании эволюционного метода, метода сужающихся окрестностей и рандомизированного метода прокладки путей – в детерминированной и стохастической (MV-задача) формулировках.

Разработанная КСППР ориентирована на широкий круг пользователей в областях: машиностроения, в том числе, управления с использованием данных мониторинга проектами, производством для обеспечения качества выпускаемой предприятиями продукции; промышленной безопасности, экологии, фармацевтики, медицины и т.п., работающих над проблемами построения робастных метамоделей (формальных математических моделей в форме уравнений регрессии), робастного оптимального проектирования и интеллектуального диагностирования систем и процессов.

#### **Список использованных источников**

1. Стрелец В.Е. Системное совершенствование элементов сложных технических систем на основе концепции обратных задач [Текст] : монография / В.Е. Стрелец, А.А.Трончук, Е.М.Угрюмова и др.; под общ. ред. М. Л. Угрюмова. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2013. – 148с. (ISBN 978-966-662-312-9)

2. Ugryumova K. M. A method synthesis of selection function scalar convolutions for the multi-objective decision-making problems with a priori uncertain data [Text] / K. M. Ugryumova, S. V. Chernysh, Ie. S. Meniailov, M. L. Ugryumov // Вісник Харківського національного університету, зб. наук. праць. Сер : Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління. – 2015. – вып. 27. – с. 172-180.

УДК 528.37; 614.842/.847

**<sup>1</sup>О.М. Мирошник**

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри

**<sup>2</sup>О.М. Землянський**

Кандидат технічних наук, доцент кафедри

*<sup>1,2</sup>Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, м. Черкаси*

## **ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ РОЗСТАНОВКИ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ДЛЯ ПОДАЧІ ВОДИ СПОСОБОМ ПЕРЕКАЧУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

Для ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) пов'язаних з пожежами та викидом в атмосферу небезпечних хімічних речовин використовують воду з водопровідних мереж, природніх та штучних водоймищ [1]. Водночас, якщо пожежа має затяжний характер та знаходиться на значному віддаленні від джерел водопостачання виникає необхідність перекачування води до місця пожежі шляхом послідовного встановлення кількох пожеж автомобілів (ПА).

Для подачі води шляхом перекачування необхідно визначити кількість пожежних автомобілів і місця їх розташування. Методика розрахунку кількості ПА наведена в літературі [2]. Її недоліком є те, що вона враховує рівномірний підйом або спуск місцевості, тому значення розрахунку буде наближеним. Такий факт негативно впливає на умови роботи лінії перекачки в цілому.

Пропонується вирішити задачу шляхом застосування геоінформаційних систем. При цьому визначення кількості ПА можна зобразити як залежність:

$$N_{AC} = f(N_{гол}; H_H; H_p; Z_M; Z_{np}; S_{cm}; Q)$$

де:  $N_{гол}$  – відстань від головного автомобіля до приладу гасіння;  $H_H$  – напір на насосі;  $H_p$  – напір на розгалуженні;  $Z_M$  – висота підйому або спуску місцевості;  $Z_{np}$  – висота підйому або спуску приладу гасіння;  $S_{cm}$  – опір одного рукава;  $Q$  – витрата найбільш навантаженої магістральної лінії.

Для визначення оптимального варіанту схеми розташування пожежних автомобілів пропонується алгоритм, важливим елементом якого є покроковий розрахунок. Місця розміщення ПА визначають з урахуванням профілю висот маршруту перекачування води. Відстань між 1-м та 2-м ПА, між 2-м та 3-м і т.д., представляють у вигляді координат широти та довготи  $[X^1_{ПА}; Y^1_{ПА}]; [X^2_{ПА}; Y^2_{ПА}]; \dots [X^k_{ПА}; Y^k_{ПА}]$ . За отриманими даними можна побудувати схему подачі води способом перекачування на карті місцевості.

Таким чином використання геоінформаційних систем під час складання схем подавання води на пожежу чи ліквідацію НС дозволяє оптимізувати процес визначення кількості ПА та місць їх розташування.

### **Список використаних джерел**

1. И.Ф. Кимстач и др. Пожарная тактика. М. – Стройиздат, 1984.
2. В.П. Иванников, П.П. Ключ. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.

УДК 004.896

**Б.В. Мисник**

викладач

*Черкаський державний технологічний університет, Черкаси*

## ПРОЕКТУВАННЯ БАЗИ ЗНАТЬ В МУЛЬТИАГЕНТНІЙ СИСТЕМІ ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ГАЛУЗІ

Підприємствами галузі є такі виробництва, які випускають однорідну продукцію. Як правило, це малі та середні підприємства, розвиток яких визначає перспективи розвитку економіки країни. Його важливим аспектом є своєчасність та адекватність рішень, які приймаються відповідальними особами – керівниками або власниками. Процеси прийняття рішень супроводжуються інформаційною невизначеністю, причинами якої є неповнота чи відсутність даних, їх суперечливість, конкурентне середовище, наслідком існування якого є приховування операційних та фінансових даних.

У таких умовах прийняття рішень про розширення, модернізацію, створення філій, ліквідацію чи репрофілювання вимагає об'єктивізації. У роботі [1] запропоновано для моделювання і прогнозування діяльності підприємств галузі використано ідеї, покладені в основу мультиагентних технологій; розроблені моделі функціонування підприємств та методи їх оптимізації. Важливою задачею є проектування бази знань, яка є основою побудови моделей і процесів прийняття рішень. Її структурним загальним елементом є база даних (*BD*)

$$BD = \langle ID, Name, A_1, A_2, \dots, A_{ID}, Z_1, Z_2, \dots, Z_{ID}, R, S, W, KP, D, T \rangle, \quad (1)$$

де *ID* – ідентифікатор підприємства або його номер; *Name* – назва підприємства; *A<sub>i</sub>* – елемент асортименту продукції, яку випускає підприємство,  $i = \overline{1, ID}$ ; *Z<sub>i</sub>* – ціни на продукцію,  $i = \overline{1, ID}$ ; *R* – реклама; *S* – акції; *W* – кількість працівників; *KP* – кількість проданої продукції; *D* – доходи від продажу; *T* – час транзакції. Кожен кортеж в (1) є однією транзакцією, яка відповідає будь-якій зміні значень елементів (1). За даними (1) будуються моделі процесів. Можна вважати, що база даних знаходиться на деякому сервері, а продукційні правила, які є підґрунтям прийняття рішень, складають клієнтську частину. Таким чином, одержуємо базу знань, яка замикає в собі факти, відношення між ними та правила логічного виведення. Кожна особа, яка приймає рішення, діє в інтересах свого підприємства і використовує таку базу знань. У доповіді також будуть наведені результати експериментального моделювання та визначені проблеми і задачі формування бази знань.

### Список використаних джерел

1. Voloshyn O.F. Intellectual information support of branch enterprise executives' decision making processes / O.F. Voloshyn, B.V. Mysnyk, V.E. Snytyuk // International Journal "Information Theories and Applications". – 2014. – Vol. 21, Number 4. – P. 303-313.

УДК 004.04+614.2

<sup>1</sup>О.Ю. Мулеса

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри кібернетики і прикладної математики

<sup>2</sup>І.С. Миронюк

Доктор медичних наук, доцент, декан факультету здоров'я та фізичного виховання

<sup>1,2</sup>ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород

## ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ПРОЦЕСІ ФУНКЦІОНУВАННЯ САЙТУ АРТ

**Вступ.** Широке впровадження інформаційних технологій в різні галузі науки, техніки, народного господарства є наслідком значного збільшення обсягу інформації, необхідної для аналізу та обробки в наукових дослідженнях та різних прикладних галузях. Актуальною при цьому є задача розробки засобів супроводу процесів вирішення проблем, які виникають при безпосередньому функціонуванні різних суб'єктів народного господарства. Робота присвячена аналізу проблем, що виникають в ході функціонування сайтів АРТ (антиретровірусної терапії), які являють собою систему, основною функцією якої є надання медичних і немедичних послуг окремим цільовим групам населення з питань ВІЛ-інфекції/СНІДу. Підвищення ефективності процесів прийняття управлінських рішень при виконанні цих функцій є умовою отримання ефекту, який відобразиться у вигляді позитивного впливу на епідемічну ситуацію з ВІЛ-інфекції/СНІДу [1]. Таким чином, актуальною є розробка спеціальної інформаційної технології для підтримки прийняття рішень в процесі функціонування сайту АРТ.

Серед проблем, які виникають в процесі функціонування сайтів АРТ важливе місце займає проблема прийняття управлінських рішень в кризових ситуаціях, які в свою чергу найчастіше пов'язані з недосконалою системою централізованого забезпечення сайтів медикаментами та виробами медичного призначення [1].

Математично, таку задачу можна представити як задачу прийняття рішень в умовах ризику або в умовах невизначеності, для розв'язання якої послідовно необхідно розв'язати такі задачі:

– задача ідентифікації ризику, яка полягає у виявленні та класифікації кризової ситуації;

– задача визначення множини допустимих альтернатив (можливих рішень), в процесі розв'язування якої необхідним є проведення аналізу нормативних актів, які регламентують відповідні управлінські дії; збір експертних та статистичних даних щодо предмету дослідження, тощо;

– задача визначення можливих станів навколишнього середовища, та імовірності їх настання, яка передбачає розв'язування задач прогнозування на основі динамічних рядів, задач числової експертної оцінки об'єкта, задач статистичної обробки даних тощо;



– задача оцінки наслідків прийнятих рішень при різних станах середовища, яка полягає у експертній оцінці наслідків;

– задача вибору кращої відповідно до заданого критерію альтернативи.

Таким чином, для автоматизації процесу вибору кращих альтернатив, необхідним є проектування такої інформаційно-аналітичної системи (ІАС), в аналітичному блоці якої були б реалізовані моделі і методи прийняття рішень, моделі і методи обробки експертної інформації, методи прогнозування на основі динамічних рядів, методи обробки статистичної інформації та інші методи.

Базовим структурним елементом такої ІАС має стати банк даних, складовими частинами якого будуть:

– нормативи, які регулюють суспільні відносини, що розглядаються, і встановлені відповідними нормативними актами;

– статистичні дані;

– ретроспективні відомості щодо діяльності сайтів АРТ;

– результати експертних опитувань;

– нечіткі бази знань;

– дані, які характеризують стан сайтів АРТ.

Отже, функціональну схему ІАС можна зобразити так, як показано на рис.1

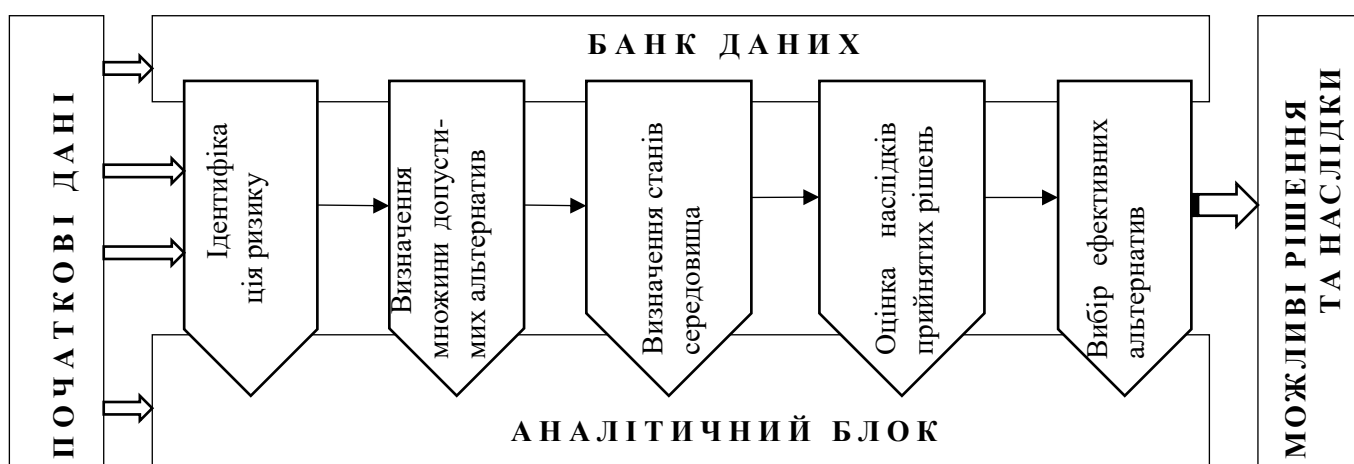


Рис.1. Функціональна схема ІАС

**Висновки.** Таким чином, використання описаної інформаційної технології дозволить підвищити ефективність процесів прийняття управлінських рішень при реалізації своїх функцій сайтами АРТ.

#### Список використаних джерел

1. Миронюк І.С. Кризовий менеджмент як інструмент забезпечення ефективного функціонування сайтів АРТ [Текст] / І.С. Миронюк, О.Ю. Мулеса // Профілактична медицина. Матеріали третьої науково-практичної конференції «За кожне життя разом: прискорення до мети 90-90-90». – Київ, 2016. – С. 102–103.

УДК 005.21-043.86:330.34:005.93

**Науменко І. В.**

кандидат економічних наук, старший викладач кафедри інформаційних систем в економіці

*ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана», Київ*

## **РІЗНОВИД ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ, ЯК МОЖЛИВІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ**

**Вступ.** Зі стрімким розвитком економіки та різкими змінами на ринку потрібні нові методи та моделі, які дадуть змогу підприємству швидко від реагувати на зміни. Тому застосування лише збалансованої системи показників (ЗСП) для управління підприємством вже не достатньо. Необхідно здійснювати розвиток в напрямку інтелектуальних систем, для створення яких часто застосовують еволюційні підходи. Різновидом еволюційних підходів є еволюційні алгоритми, які успішно використовуються для вирішення завдань функціональної оптимізації. Еволюційні алгоритми дають можливість швидкого пошуку бажаних рішень і застосовані на статистичному підході до дослідження ситуації та ітераційному наближенні системи до потрібного стану. Перевагою цих алгоритмів є можливість знаходити рішення близькі до оптимальних, і на відміну від відомих евристичних методів оптимізації характеризуються в багатьох випадках кращою ступінню наближення до оптимального рішення.

Проаналізувавши праці закордонних учених, які досліджували генетичні алгоритми, зокрема Р. Каплана, Poli, R., Al-Sakran H., J. R. Koza, and L. W. Jones, Back T., Cordon O., Herrera-Viedma E., and Luque M. та інших, а також вітчизняних науковців В. В. Вітлінського, Я.М. Грицишин, Рутковська Д., Піліньській М., Скіцько В. І., Суботін С.О., Олійник А.О. та інших, доходимо висновку про доцільність удосконалення збалансованої системи показників управління підприємствами за рахунок алгоритму еволюційної стратегії.

Для вдосконалення системи управління з функціонуючою ЗСП запропоновано алгоритм еволюційної стратегії, за рахунок чого буде забезпечено максимальну віддачу від ресурсів в процесі досягнення підприємством поставлених цілей з урахуванням можливих змін, викликаних нестабільністю економічного середовища. Отримана система управління надасть можливість визначити ефективність управління підприємством.

Еволюційна стратегія - евристичний метод оптимізації в розділі еволюційних алгоритмів, який засновано на адаптації та еволюції.

Еволюційна стратегія схожа з генетичним алгоритмом, але існує декілька суттєвих відмінностей. Еволюційна стратегія оперує векторами дійсних чисел. При пошуку рішення в еволюційній стратегії спочатку відбувається мутація і схрещування особин для отримання нащадків, потім відбувається детермінований відбір без повторень кращих особин із загального покоління батьків і нащадків. В якості мутації часто використовується додавання нормально розподіленої

випадкової величини до кожної компоненти вектора. При цьому параметри нормального розподілу самоадаптуються в процесі виконання алгоритму [1, 2].

Вхідними даними для роботи алгоритму еволюційної стратегії є масиви даних за компонентами ЗСП.

1. Початок роботи алгоритму.

2. Отримання вхідних даних. Отримується масив показників за компонентою «Фінанси» і масив показників за компонентою «Внутрішні процеси», які необхідно узгодити між собою. Дані передаються з інтерактивної підсистеми.

3. Розраховуємо, які показники з компоненти «Внутрішні процеси», не перевищують показники компоненти «Фінанси». Аналізуємо і складаємо список, ті процеси що перевищують фінансові показники викидаємо.

4. Для кожного генома проводимо детермінований відбір без повторень кращих особин із загального покоління батьків і нащадків.

5. Розраховуємо витрати і вибираємо  $m\%$  найкращих результатів. Для кожного можливого співвідношення показників по кожній з компонент («Фінанси» та «Внутрішні процеси», «Фінанси» та «Зовнішні процеси», «Внутрішні процеси» та «Зовнішні процеси»). Після цього з отриманих результатів вибираємо  $m\%$  результатів.

6. Розраховуємо, які показники ввійдуть до ЗСП.

7. Схрещуємо найкращі результати і отримуємо нові можливі геноми. Переходимо до кроку 4.

8. Виведення результатів.

9. Кінець роботи алгоритму.

**Висновки.** В статті запропоновано застосування алгоритму еволюційної стратегії, як різновиду генетичного алгоритму для вдосконалення управління та підтримки прийняття рішень на підприємстві. Описано поняття генетичного алгоритму, вказано в чому полягає відмінність алгоритму еволюційної стратегії, а також по кроково описано реалізацію даного алгоритму. Впровадження алгоритму еволюційної стратегії дозволить визначити адекватну оцінку стану підприємства і приймати ефективні рішення на основі співвідношення показників за компонентами ЗСП.

#### Список використаних джерел

1. Вітлінський В. В. Еволюційне моделювання в процесах прийняття рішень / В. В. Вітлінський, В. І. Скіцько // Актуальні проблеми економіки. - 2013. - № 1. - С.187-201. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape\\_2013\\_1\\_24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape_2013_1_24)

2. Грицишин Я.М., Генетичні алгоритми для розв'язання задач розміщення / Грицишин Я.М., Д.В. Корпильов, Р.З. Кривий, Т.В. Свірідова, С.П. // Національний університет "Львівська політехніка", 2009. – № 5. – С.22–26.

УДК 616.12

**К.Б. Ориховская**

Аспирантка, м.н.с.

*Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем  
НАН Украины и МОН Украины, г. Киев*

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ АНАЛИЗА ТОНКИХ ИЗМЕРЕНИЙ БИМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ ИЗМЕНЕНИЙ

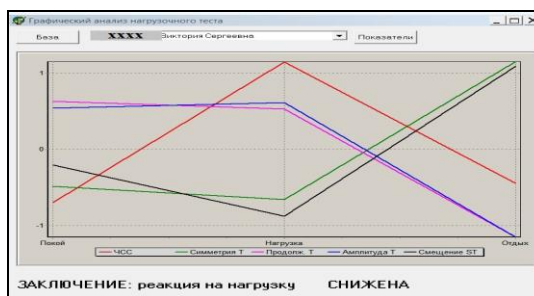
В современном мире системы медицинской диагностики чаще всего основаны на компьютерной обработке физиологических сигналов, которые порождает организм человека в процессе своего функционирования. Например, для оценки состояния сердечнососудистой системы используется электрокардиограмма (ЭКГ), для анализа которой важно учитывать не только грубые, но и тонкие изменения формы элементов сигнала. При анализе таких изменений требуется применение интеллектуальных методов обработки сигналов [1].

Приведем примеры использования таких методов при обработке реальных клинических данных.

Для оценки реакции организма на нагрузку предлагается определять тройки показателей  $x_i^{(1)}$ ,  $x_i^{(2)}$ ,  $x_i^{(3)}$ ,  $i = 1, \dots, N$  одноканальной ЭКГ в покое  $x_i^{(1)}$ , сразу после дозированной нагрузки  $x_i^{(2)}$  и после 3-х минутного отдыха  $x_i^{(3)}$ . Модификация полученных данных на основе процедуры

$$\hat{x}_i^{(j)} = \frac{x_i^{(j)} - \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 x_i^{(j)}}{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^3 \left( x_i^{(j)} - \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 x_i^{(j)} \right)^2}{2}}}, \quad i = 1, \dots, N$$

позволяет построить когнитивный графический образ, который дает интегральную информацию об адекватности реакции на нагрузку (рис. 1): достаточно визуально определить число текущих паттернов, имеющих выпуклость вверх.



**Рис. 1. Когнитивный графический образ для интегральной оценки  
реакции организма на нагрузку**

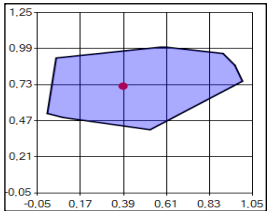
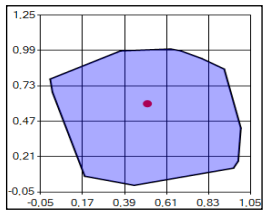
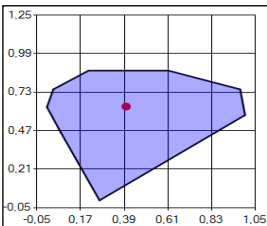
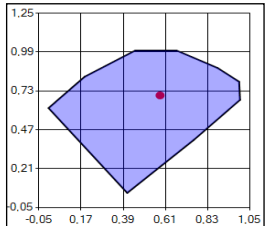
Другим примером использования интеллектуальных вычислений для оценки тонких изменений ЭКГ является анализ перестановочной энтропии  $h(l)$ , вычисленной по массиву показателей одноканальной ЭКГ в скользящих окнах. Полученная последовательность отображается на плоскости  $h(l), \dot{h}(l)$ , где  $\dot{h}(l)$  – оценка первой производной  $h(l)$  в  $l$ -й точке.

Далее рассчитываются площади  $S_{RR}$  и  $S_{\beta T}$  выпуклых оболочек построенных графических образов фазового портрета энтропии (ФПЭ) для  $RR$ -интервалов и показателя  $\beta_T$ , характеризующего симметрию зубца  $T$  на последовательных сердечных циклах.

Предложенный метод исследован при анализе тонких изменений ЭКГ, зарегистрированных у пациентов с ишемической болезнью сердца, которым проводилась операция аортокоронарного шунтирования (АКШ).

Как видно из табл. 1, на первый день после операции АКШ площади  $S_{RR}$  и  $S_{\beta T}$  увеличивались, причем площадь  $S_{RR}$  выпуклой оболочки ФПЭ  $RR$ -интервалов увеличилась почти на 82 %, а площадь  $S_{\beta T}$  выпуклой оболочки ФПЭ показателя  $\beta_T$  увеличилась на 2,4 %.

**Таблица 1 – Динамика ФПЭ до и после операции АКШ**

	ДО АКШ	1 СУТКИ ПОСЛЕ АКШ
<b>ФПЭ <math>RR</math>-интервалов</b>	 <p><math>S_{RR} = 0,431</math> ед.</p>	 <p><math>S_{RR} = 0,784</math> ед.</p>
<b>ФПЭ показателя <math>\beta_T</math></b>	 <p><math>S_{\beta T} = 0,535</math> ед.</p>	 <p><math>S_{\beta T} = 0,548</math> ед.</p>

**Выводы.** Полученные результаты указывают на возможность использования предложенных интеллектуальных процедур для оценки тонких изменений ЭКГ при функциональных нагрузочных пробах, медикаментозном и оперативном лечении, а также для прогнозирования исхода кардиологических операций.

#### Список использованной литературы

1. Файнзильберг Л.С. Основы фазаграфии. – Киев: Освита Украины, 2017. – 264 с.

УДК 004.9:519.23

**В.В. Осипенко**

Доктор технічних наук, доцент, професор кафедри автоматизації та робототехнічних систем

Національний університет біоресурсів та природокористування України, м. Київ

**КРИТЕРІЇ ОПТИМАЛЬНОСТІ В ЗАДАЧАХ БІКЛАСТЕРИЗАЦІЇ З ПОЗИЦІЙ ІНДУКТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

У традиційних постановках задач кластерного аналізу “без учителя” мають місце відомі некоректності, для подолання яких необхідно застосовувати певну апріорну інформацію разом із евристичними припущеннями стосовно наявної вибірки об’єктів. При цьому часто виникає проблема конструювання спеціальних критеріїв оптимальності при синтезі кластеризацій та вибору підпростору інформативних ознак. З метою регуляризації некоректностей проблему розглядатимемо в межах постановки задачі кластеризації у широкому сенсі або бікластеризації, яка часто зустрічається в економіці, екології, енергетиці, медицині, біології і у багатьох інших прикладних напрямках.

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ БІКЛАСТЕРИЗАЦІЇ**

Нехай задано загальний масив вхідних даних в такому виді:

$$\tilde{X} = (x_{0j} : x_{ij} \in X), j = \overline{1, m}, i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

де  $x_{0j} \in (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0m})$  – вектор цільових ознак,  $X$  – матриця вхідних ознак. Тобто, кожен об’єкт  $\omega_j \in \Omega$  описується як  $\omega_j = (x_{0j} : x_{ij} \in X), i = \overline{1, n}$ . Необхідно:

- 1) синтезувати підмножину  $\{x_{\eta}^*\} = X^* \subset X, \eta = 1, \dots, n^*, n^* \leq n$  із наявних ознак, найкращу за заданим критерієм оптимальності та яка дозволила б:
- 2) класифікувати всі об’єкти з  $\Omega$  на  $k < m, k = 1, \dots, K$  однорідних груп.

**КРИТЕРІЇ ЯКОСТІ В ІНДУКТИВНОМУ КЛАСТЕР-АНАЛІЗІ**

Відомо, що серед основних характеристик  $k$ -го кластера (для зручності будемо розглядати евклідов простір  $\square^N$ ) є його центр маси в просторі ознак  $X$ :

$$\bar{m}_k(X) = \left\{ \frac{1}{r_k} \sum_{l=1}^{r_k} x_{li}, i = 1, \dots, n \right\}, x_i \in X, \quad (2)$$

а середня внутрішньо-множинна відстань може бути подана як

$$d_k^2(\omega_s^k, \omega_t^k) = \frac{1}{r_k(r_k - 1)} \sum_{s=1}^{r_k} \sum_{t=1}^{r_k} \sum_{i=1}^n (x_{is} - x_{it})^2, \quad (3)$$

де  $r_k$  – кількість об’єктів  $\omega^k$  в  $k$ -му кластері,  $n$  – початкова кількість ознак.

Використаємо цільову ознаку, як регуляризуючий елемент і обчислимо центр  $k$ -го кластера лише за значеннями  $x_0$  об’єктів  $\omega_j^k$  в  $k$ -му кластері.

Вирази (2) і (3) при цьому набувають більш простих виглядів:

$$\bar{m}_k(x_0) = \hat{m}_k = \frac{1}{r_k} \sum_{l=1}^{r_k} x_{0l} \quad , \quad (4)$$

$$\overline{d_k^2(\omega_s^k, \omega_t^k)}_{x_0} = \hat{d}_k^2 = \frac{1}{r_k(r_k - 1)} \sum_{s=1}^{r_k} \sum_{t=1}^{r_k} (x_{0s} - x_{0t})^2, \quad s \neq t \quad . \quad (5)$$

Як і в індуктивному моделюванні вхідна множина  $\omega_j \in \Omega$ ,  $j = \overline{1, m}$ , тут ділиться на дві підмножини  $\Omega^A$  і  $\Omega^B$  такі, що:  $\Omega^A \cup \Omega^B = \Omega$ ,  $\Omega^A \cap \Omega^B = \emptyset$ .

Нехай на підмножинах  $\Omega^A$  і  $\Omega^B$  по одній з процедур отримано кластеризації  $s_t^A \in S^A$  і  $s_t^B \in S^B$  з однаковими кількостями кластерів  $k_t^A = k_t^B = K_t$  ( $t$  – номер кластеризації, що відповідає деякому підпростору ознак  $X_t \subset X$ ) в евклідовому підпросторі ознак  $X_t \subset X$  і нехай для всіх  $K_t$  кластерів із  $s_t^A$  і  $s_t^B$  обчислені їх центри  $\dot{m}_k^A$  і  $\dot{m}_k^B$ ,  $k = 1, \dots, K_t$ , по осі  $x_0$ .

Тоді критерій оптимальності регуляризованої бікластеризації можна записати в найпростішому і більш загальному нормалізованому вигляді як:

$$\rho^2(\dot{m}) = \sum_{k=1}^K (\dot{m}_k^A - \dot{m}_k^B)^2 / \sum_{k=1}^K (\dot{m}_k^A + \dot{m}_k^B)^2 \rightarrow \min \quad . \quad (6)$$

Критерій (6) називається *критерієм найменших міжцентрових відхилень*.

Для другого критерію його обчислення за (3) є трудомісткою процедурою. Проте в нашому підході ці відстані однозначно ідентифікуються по  $x_0$ , тобто в одномірному евклідовому просторі  $\square^1$ , що істотно спрощує обчислення, а саме:

$$\delta^2(\dot{d}^2) = \sum_{k=1}^K \dot{d}_k^2 \rightarrow \min \quad . \quad (7)$$

Третім критерієм є критерій мінімуму помилки розпізнавання  $\Delta^2(\Omega_\Delta)$ :

$$\Delta^2(\Omega_\Delta) = \sum_{\Omega_\Delta} \delta_l^2 \rightarrow \min, \quad (8)$$

$$\text{де } \delta_l = \begin{cases} 1, & d(x_{0l}^*, \dot{m}_{k(l)}) > d(x_{0l}^*, \dot{m}_{s(l)}) \\ 0, & d(x_{0l}^*, \dot{m}_{k(l)}) < d(x_{0l}^*, \dot{m}_{s(l)}) \end{cases} \quad , \quad (9)$$

де:  $k \neq s$ ,  $k, s = 1, \dots, K$ ,  $\omega_l^* \in R_k$  – новий об'єкт, який потребує розпізнавання:

$$\delta_l = [x_{0l}^* - \dot{m}_{k(l)}(D_2)], \quad \omega_l^* \in \Omega_\Delta, \quad (10)$$

де  $x_{0l}^*$  – значення шуканої цільової ознаки для  $\omega_l^* \in \Omega_\Delta$ ;  $\dot{m}_{k(l)}(D_2)$  – центр  $k$ -го кластера на осі  $x_0$ , до якого зарахований об'єкт  $\omega_l^*$  по ансамблю  $\{X_p^*\}$ . Отже, величина  $x_0^*$  нового, такого, що не брав участь у навчанні об'єкта буде такою:

$$\min_K d[(m_k, \omega^*) / S^*(X^*)] \rightarrow x_0^*. \quad (11)$$

УДК 66.021.2.071.4

<sup>1</sup>Д.О. Ковалюк

к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматизації хімічних виробництв

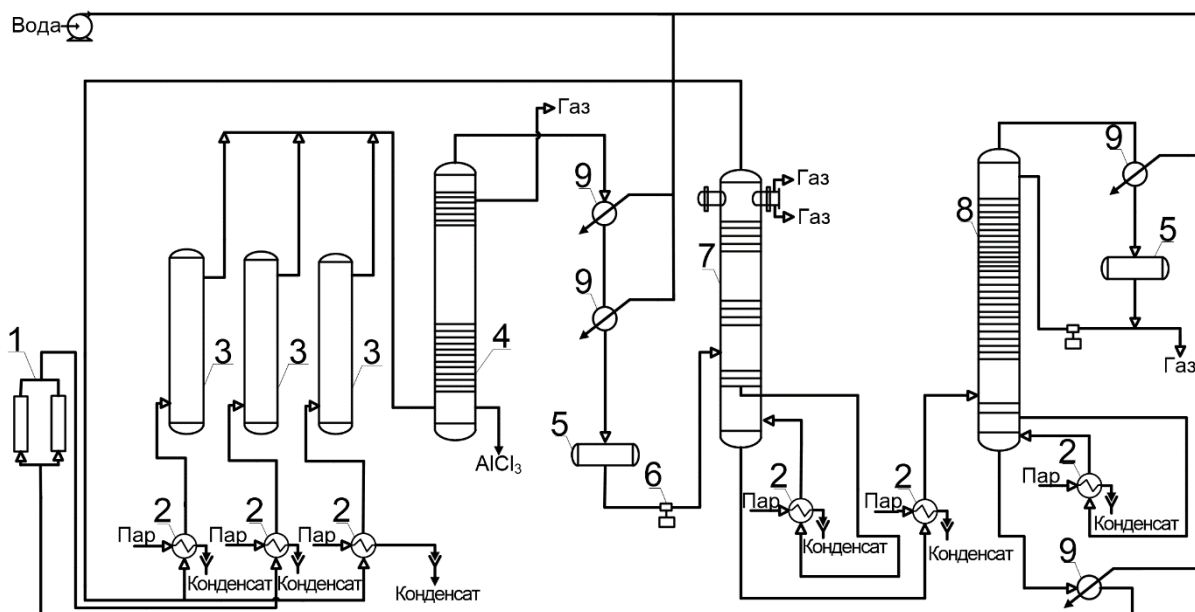
<sup>2</sup>В.О. Остапенко

студент кафедри автоматизації хімічних виробництв

<sup>1,2</sup>Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», м. Київ

## ЗАСТОСУВАННЯ WONDERWARE INTOUCH ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ІЗОМЕРИЗАЦІЇ Н-БУТАНУ В ІЗОБУТАН

Технологічний процес ізомеризації н-бутану передбачає отримання на виході кінцевого продукту – ізобутану, що широко використовується в холодильній промисловості, як компонент пального для двигунів внутрішнього згорання, в якості сировини для процесу алкілування та виробництва метилтретічнобутілового ефіру (МТБЕ) [1]. Це зумовлює актуальність автоматизації та оптимального керування даним процесом. На рисунку 1 зображено технологічну схему ізомеризації н-бутану в ізобутан.



**Рис.1: Технологічна схема ізомеризації н-бутану в ізобутан:**

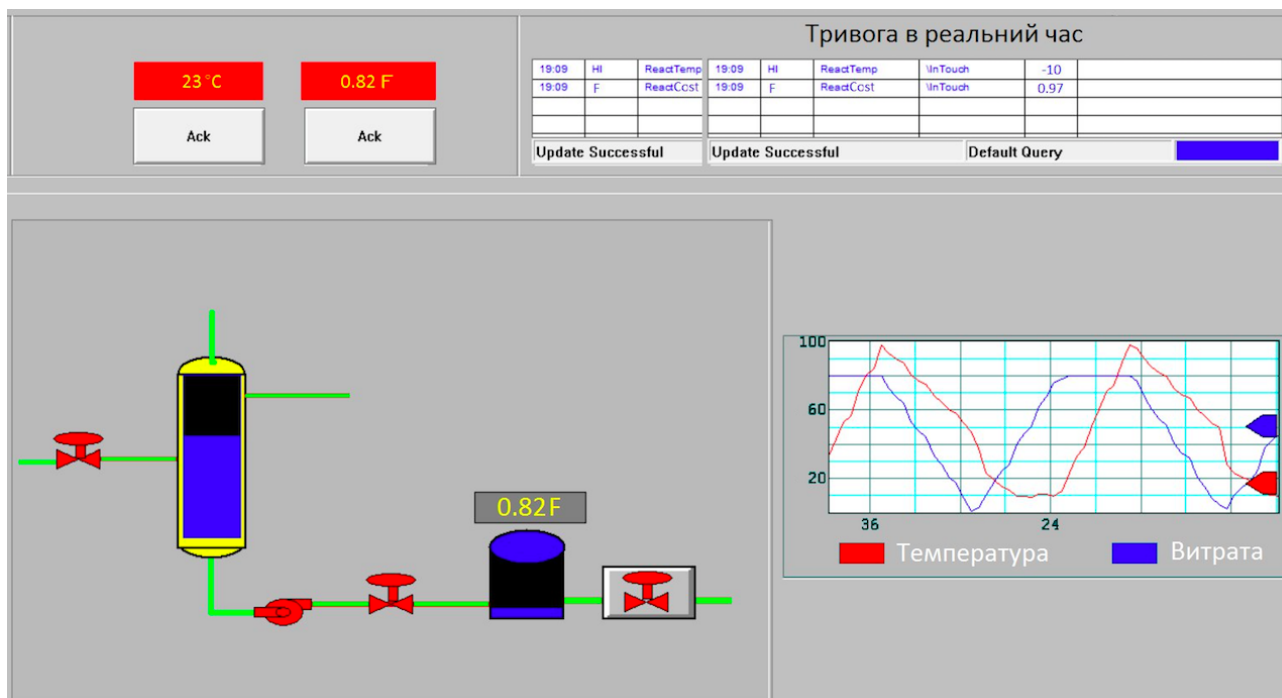
**1 – осушувач; 2 – паронагрівачі; 3 – реактори; 4 – скруббер; 5 – ємність; 6 – насос; 7 – відпарна колона; 8 – ректифікаційна колона; 9 – холодильники.**

Однією з найважливіших стадій даного процесу є проходження зріджених н-бутану та ізобутану через ректифікаційну колону для розділення цих газів. Ключовими факторами, від яких залежить даний етап, виступають температура суміші на вході та витрата на виході [2]. Для керування вказаними параметрами було прийнято рішення змоделювати цю частину технологічного процесу, забезпечити постійний моніторинг та аналіз інформації про вхідні та вихідні змінні.



На підставі проведеного аналізу вирішено, що зручним рішенням буде застосування однієї з відомих SCADA систем - InTouch корпорації Wonderware. Однією з вагомих переваг InTouch є інтегрування даних процесу у програму за допомогою Inernet – технологій. Цей спосіб забезпечує управління процесом з будь-якої точки світу [3].

На рисунку 2 зображено візуальну модель ректифікаційної колони за допомогою інструментів середовища розробки WindowMaker, в складі програмного забезпечення InTouch.



**Рис.2 - Візуальна модель перебігу розділення газів у рідкому стані в ректифікаційній колоні**

Представлений варіант показує перебіг ректифікації у реальному часі, виводить на екран дані про температуру, витрату, записує та зберігає звіти про перебіг процесу кожні 30 секунд. Також вагомою перевагою є вивід інформації про тривогу на виробництві.

В подальших дослідженнях планується візуальне моделювання усього процесу ізомеризації н-бутану в ізобутан за допомогою Wonderware InTouch, що забезпечить безперервний віддалений контроль та моніторинг процесу.

#### Список використаних джерел

1. Рябова Н. Д. Адсорбенты для светлых нефтепродуктов [Текст] : монография / Н. Д. Рябова ; отв. ред. Э. А. Арипов ; Ин-т химии АН УзССР. – Ташкент: Фан, 1975. – 168 с. : ил. – Библиогр.: с. 95 – 98. – 100 пр.
2. Иванова Л. В. Технология переработки нефти и газа [Текст] : учебное пособие / Л. В. Иванова, М. И. Корнеев, В. Н. Юзбашев. – М. : Химия, 1966. – 419 с. : ил. – Библиогр. : с. 246 – 248. – 200 пр.
3. Интернет джерело : офіційний сайт програмного забезпечення корпорації Wonderware - <http://www.wonderware.ru/hmi-scada/intouch/>

УДК 519.8

А.І. Павленко

Аспірантка

Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України, Київ

## ЗАДАЧА ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ШЛЯХУ В ДИНАМІЧНИХ МЕРЕЖАХ: ПОСТАНОВКА І РОЗВ'ЯЗУВАННЯ МЕТОДОМ МІТОК

Розглянуто задачу пошуку оптимального за вартістю шляху в мережі авіаперельотів із заданими користувацькими умовами: початковий і кінцевий пункт, часове вікно і тривалість подорожі [1]. Для задачі характерна змінна доступність і вартість квитків між пунктами в залежності від часу і рейсу. Для її розв'язування пропонується застосування алгоритму міток [2].

Дано направлений граф  $G = (V, A)$ , де  $V$  – множина вершин, що позначають аеропорти,  $A$  – сполучень між аеропортами. Кожній дузі відповідає залежна від часу функція, яка визначає вартість і тривалість рейсу;  $\{v_1, v_2, \dots, v_k\}$  – послідовність вершин, що задають маршрути слідування  $R_s = \{(v_1, v_2), (v_2, v_3), \dots, (v_{k-1}, v_k)\}$ , а відправлення з кожної вершини  $v_i$  дозволяється у визначені моменти часу  $ST_{v_i}^s = \{\tau_{v_i}^1, \dots, \tau_{v_i}^s\}$  в часовому інтервалі  $[0, T]$ ,  $T$  – межі інтервалу планування;  $v_0$  і  $v_n$  позначають задані початковий і кінцевий пункти.

Маршрут  $p^\tau(v_0, v_n) := ((v_0, v_1); \tau_{v_0}; s_0), [(v_1, v_2); \tau_{v_1}; s_1], \dots, [(v_{n-1}, v_n); \tau_{v_{n-1}}; s_{n-1}]$  – будь-який шлях між двома вершинами  $v_0$  та  $v_n$  із зазначенням часу відправлення  $\tau_{v_i}$  для кожної вершини  $v_i$ , де  $s_i$  – номер рейсу. Для спрощення в даній роботі вважаємо, що час подорожі залежить тільки від часу відправлення  $\tau$  з вершини відправлення  $v_i$  і позначається  $t_s^\tau(v_i, v_{i+1})$ . Відправлення з пункту  $v_{i+1}$  відбувається пізніше, ніж загальний час вильоту з  $v_i$  і час транзиту:  $\tau_{v_i} + t_s^{\tau_{v_i}}(v_i, v_{i+1}) \leq \tau_{v_{i+1}}, (v_i, v_{i+1}) \in p^\tau(v_0, v_n), \tau_{v_i} \in ST_{v_i}^s$ .

$c_s^\tau(v_i, v_{i+1})$  – вартість переходу з вершини відправлення  $v_i$  в  $v_{i+1}$  в момент часу  $\tau$ . Вартість маршруту не може зменшуватись при переході до наступної вершини:  $c_{v_i} + c_s^{\tau_{v_i}}(v_i, v_{i+1}) \leq c_{v_{i+1}}, (v_i, v_{i+1}) \in p^\tau(v_0, v_n), \tau_{v_i} \in ST_{v_i}^s$ . Часовий інтервал маршруту подорожі задається найранішим  $d_{v_0}^e$  і найпізнішим  $d_{v_0}^l$  часом відправлення з початкової вершини, найранішим  $a_{v_n}^e$  і найпізнішим  $a_{v_n}^l$  часом прибуття в кінцеву вершину:  $d_{v_0}^e \leq \tau_{v_0} \leq d_{v_0}^l$ ,  $a_{v_n}^e \leq \tau_{v_{n-1}} + t_s^{\tau_{v_{n-1}}}(v_{n-1}, v_n) \leq a_{v_n}^l$ . В кожний пункт, що належить оптимальному маршруту  $\hat{p}^\tau(v_0, v_n)$ , можна потрапити тільки один раз, але допустимо очікувати кілька днів в одному пункті:

$\sum_{i,j,i \neq j} x_{ij\tau} = 1, \forall i, j | [(v_i, v_j), \tau_{v_i}, *] \in \hat{p}^\tau(v_0, v_n)$ , де  $x_{ij\tau} = 1$ , якщо рейс з пункту  $i$  в  $j$  в час  $\tau$  належить  $\hat{p}$ ,  $x_{ij\tau} = 0$  в інших випадках.

Задача полягає в мінімізації сумарної вартості подорожі  $f = \min c^\tau(v_0, v_n)$ . Для порівняння маршрутів в процесі розв'язання використовується поняття лексикографічного порядку. Шлях  $p_1^\tau(v_0, v_n)$  домінує над  $p_2^\tau(v_0, v_n)$  ( $p_1^\tau \leq_L p_2^\tau$ ), якщо

існує  $j: c_{k_j}(p_1^\tau) \leq c_{k_j}(p_2^\tau) \& c_{k_i}(p_1^\tau) = c_{k_i}(p_2^\tau)$ ,  $i = 1, \dots, j-1$ , де  $c_1$  – загальна вартість,  $c_2$  – час подорожі,  $c_3$  – кількість трансферів,  $c_4$  – транзитний час.

**Опис алгоритму.** Кожному рейсу (з відправленням з  $v_r$  в час  $\tau$ ) відповідає мітка  $\lambda^\tau(v_r) := (\lambda_{c_{k_1}}^\tau(v_r), \lambda_{c_{k_2}}^\tau(v_r), \lambda_{c_{k_3}}^\tau(v_r), \lambda_{c_{k_4}}^\tau(v_r))$ . Кожний атрибут мітки  $\lambda_{c_{k_i}}^\tau(v_r), i=1,2,3,4$  відповідає значенню критерію  $c_{k_i}$  в маршруті з вершини  $v_r$  в час  $\tau$  в  $v_n$ . На кожному кроці алгоритму визначається мінімальна лексикографічна мітка з показником  $\psi^\tau(v_r)$  на наступну вершину в маршруті. Розглянемо алгоритм:

1. Ініціалізувати  $\lambda_{c_{k_i}}^\tau(v_n) = 0$ ,  $\lambda_{c_{k_i}}^\tau(v_r) = \infty$ ,  $\psi^\tau(v_r) = nil$ ,  $\forall \tau \in [d_{v_0}^e, a_{v_n}^l]$ .

2. Для кожної вершини  $v_r$ , суміжної до  $v_n$ , для якої  $\tau \in [d_{v_0}^e, a_{v_n}^l]$  і  $a_{v_n}^e \leq \tau + t_s^\tau(v_r, v_n) \leq a_{v_n}^l$ , створити нові мітки:  $\lambda_{c_1}^\tau = c_s^\tau(v_r, v_n)$ ,  $\lambda_{c_2}^\tau = t_s^\tau(v_r, v_n)$ ,  $\lambda_{c_3}^\tau = 1$ ,  $\lambda_{c_4}^\tau = t_s^\tau(v_r, v_n)$ ,  $\psi^\tau(v_r) = v_n$ .

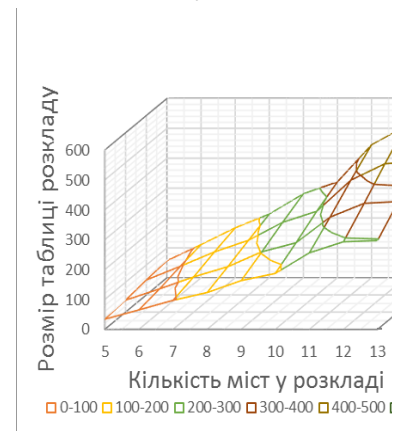
3. Для кожного моменту часу  $k$ ,  $a_{v_n}^l \leq k \leq d_{v_0}^e$  (в зворотному порядку):

3.1 Для кожної вершини  $v_r$  створити мітки очікування для моменту  $k$ , базуючись на оптимальних мітках в момент  $k+1$ :  $\lambda_{c_1}^\tau = \lambda_{c_1}^{\tau+1}(v_r)$ ,  $\lambda_{c_2}^\tau = \lambda_{c_2}^{\tau+1}(v_r) + 1$ ,  $\lambda_{c_3}^\tau = \lambda_{c_3}^{\tau+1}(v_r)$ ,  $\lambda_{c_4}^\tau = \lambda_{c_4}^{\tau+1}(v_r)$ ,  $\psi^\tau(v_r) = v_r$ . Видалити з множини міток невідомі.

3.2 Для кожного моменту часу  $\tau = k$  з розкладу  $ST$  для сполучення  $(v_r, v_j)$  створити мітки:  $\lambda_{c_1}^\tau = c_s^\tau(v_r, v_j) + \lambda_{c_1}^{\tau+1}(v_r)$ ,  $\lambda_{c_2}^\tau = t_s^\tau(v_r, v_j) + \lambda_{c_2}^{\tau+1}(v_r)$ ,  $\lambda_{c_3}^\tau = \lambda_{c_3}^{\tau+1}(v_r) + 1$ ,  $\lambda_{c_4}^\tau = c_s^\tau(v_r, v_j) + \lambda_{c_4}^{\tau+1}(v_r)$ ,  $\psi^\tau(v_r) = v_j$ . Видалити з множини міток невідомі.

**Оцінка ефективності** виконується запуском алгоритму для бази рейсів авіаліній на квітень 2017 року з кількістю аеропортів 5-13 і часовим інтервалом 5-7 днів, тобто загальним розміром графу, що відповідає базі рейсів, від 34 до 8272 дуг. Залежність між часовим інтервалом і кількістю розглянутих міст наведена на рисунку.

**Висновки.** В роботі описаний алгоритм міток для розв'язування динамічної задачі пошуку оптимального маршруту з користувацькими умо-



вами. Результати обчислень показали, що складність розрахунків не є прийнятною для розв'язання задачі в реальному часі для наявних обсягів бази авіаперельотів. В подальших планах – розробка міметичного алгоритму і алгоритму мурашиних колоній з урахуванням описаних умов.

#### Список використаних джерел

1. Л.Ф. Гуляницький, А.І. Павленко. Динамічна задача пошуку найкоротшого шляху з додатковими умовами при побудові маршруту авіаперельотів // Мат. та інформ. моделі в економіці. – 2015. – № 2. – С.1–11.

2. K. G. Zografos, K. N. Androutsopoulos. Algorithms for Itinerary Planning in Multimodal Transportation Networks // IEEE Trans.on Intelligent Transportation Systems. – 2008. – 9, Issue 1. – P.175-184.

УДК 519.688: 631.153

<sup>1</sup>Т.В. Пасічник

к.ф.-м.н., доцент

<sup>2</sup>Б.М. Гошко

к.ф.-м.н., доцент

<sup>1,2</sup>Львівський національний університет ім. І.Франка, м.Львів

## ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ТВАРИННИЦТВІ

**Вступ.** В управлінні виробництвом основним процесом є прийняття рішення. Теорія інтелектуальних систем прийняття рішень отримала широке застосування в багатьох сферах людської діяльності. Аграрна галузь зі своїми випадковими процесами та нечіткими величинами особливо вимагає застосувань теорії нечітких множин та методів інтелектуальних обчислень. Однак, в аграрній економіці в цілому та в задачах оптимізації кормовиробництва зокрема, використовується теорія лінійного програмування, в якій оперують чіткими числами [1].

**Виклад основного матеріалу.** В роботі побудована економіко-математична модель розрахунку раціону годівлі корів та розв'язуються задачі оптимізації плану виробництва і використання кормів на базі лінійної оптимізуючої моделі з гнучкими граничними обмеженнями.

Розглядається задача виду

$$\sum_{j=1}^n \tilde{c}_j x_j \rightarrow \max \quad (1)$$

за умов

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\leq \tilde{b}_i, \quad i = \overline{1, m_1} \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\leq b_i, \quad i = \overline{m_1 + 1, m} \\ x_j &\geq 0, \quad j = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (2)$$

де нечіткі величини  $\tilde{b}$  - це сукупність пар вигляду  $(X, \mu_b(x))$ ,  $x \in X$ , а  $\mu_b$  - функція  $X \rightarrow [0, 1]$ .

Для простоти обчислень у більшості випадків нечітка величина  $\tilde{b} = b + d$ , а функція належності є лінійною і має вигляд

$$\mu_b(x) = \begin{cases} 1 & \text{для } x \leq b, \\ 1 - \frac{x-b}{d} & \text{для } b < x \leq b+d, \\ 0 & \text{для } x > b+d. \end{cases}$$

Тоді за методикою Беллмана-Заде [2] задача (1)-(2) дефазифікується в оптимізаційну модель

$$\lambda \rightarrow \max$$

за умов

$$\begin{aligned}\lambda &\leq \mu(x), \\ \lambda &\leq \mu_i(x), i = \overline{1, m_1}, \\ x &\in X, 0 \leq \lambda \leq 1,\end{aligned}$$

де  $\lambda = \min(\mu_z(x), \mu_1(x), \dots, \mu_{m_1}(x))$ , а  $\mu_z(x)$ ,  $\mu_i(x)$  – функції належності мети та обмежень відповідно.

Величина  $\gamma = 1 - \lambda$  є мірою суб'єктивного ризику невиконання потреб в усіх необхідних компонентах. Більш складні випадки подані, зокрема, в [3].

Приклад спрощеної економіко-математичної моделі розрахунку раціону годівлі корів подано в [4].

Використання нечітких методів прийняття рішень дозволяють експерту «розумно» нехтувати тими значеннями, які мають незначні реалізуючі шанси і тим самим одержувати кращі наближення. Крім того, застосування нечітких методів дає змогу керувати ризиком, що присутній в усіх галузях сільського господарства.

**Висновки.** Проведені нами дослідження із побудови нечітких економіко-математичних моделей задач оптимізації організації кормовиробництва і розвитку тваринництва з врахуванням викладених особливостей і вимог на прикладі скотарських господарств Львівської області засвідчують, що за допомогою нечіткого економіко-математичного моделювання і за умов невизначеності забезпечується ефективніший розрахунок оптимальних варіантів плану із сучасною структурою виробництва кормів і поголів'ям тварин порівняно з планами, які розроблені звичайними традиційними методами планування.

#### Список використаних джерел

1. Кадюк З.С. Основні резерви збільшення та підвищення економічної ефективності виробництва продукції тваринництва / З.С. Кадюк, Я.І. Сибаль // Вісник Львівського державного аграрного університету: Економіка АПК - 2005, №12 - С.284-292.
2. Zadeh L.A. Decision-making in a fuzzy environment. / Zadeh L.A., Bellman R.E. // *Managem. Sci.*, 17, 1970, P.141-164.
3. Сявакко М.С. Математичне моделювання за умов невизначеності / М. Сявакко, О. Рибицька, Львів, Українські технології, 2000, 319 с.
4. Пасічник Т.В. Нечітке моделювання кормовиробництва і розвитку тваринництва / Т.В. Пасічник, Я.І. Сибаль // Міжнар. наук.-практ. конф. «Актуальні проблеми модернізації економіки та фінансової системи України», Черкаси 2014, с. 303-306.

УДК 681.325

**Н.М. Пашинська**

К.геогр.н., старший науковий співробітник

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ*

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДАНИХ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЇ**

У структурі надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру вагоме місце належить пожежам, у тому числі природного походження. У зв'язку з цим важливого значення набуває проведення моніторингу та попередження виникнення пожеж. В останні роки зростає використання методів інтелектуального аналізу для дослідження та прогнозування природних пожеж. Це зумовлено активним розвитком технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та накопиченням отриманих геопросторових даних. Також збільшується кількість робіт, у яких досліджуються проблеми моніторингу природних пожеж засобами дистанційного моніторингу та використання їх даних для моделювання і прогнозування пожежної небезпеки території [1, 2].

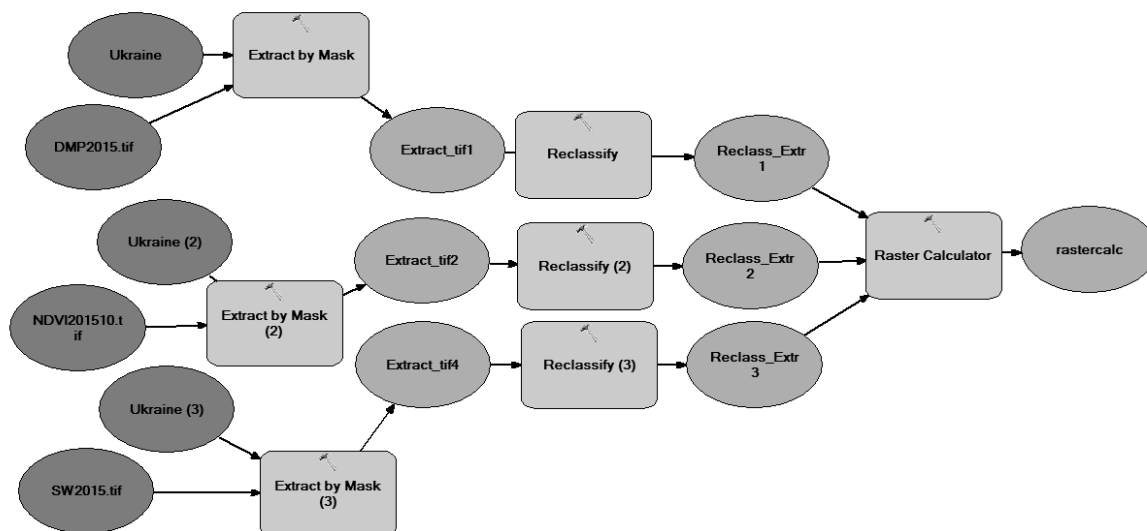
Джерелом цінної просторової інформації, що може бути використана у попередженні надзвичайних ситуацій та природоохоронному моніторингу є Європейська програма космічного моніторингу Землі Copernicus. Сучасний геоінформаційний інструментарій дозволяє швидко отримувати дані з порталу та обробляти їх на основі визначених алгоритмів. Прогнозування пожежних небезпек в короткочасові періоди спирається на збір та обробку комплексних даних, які отримуються в складі програми, що дозволяє здійснювати превентивні заходи запобігання поширенню природних пожеж та збитків [3].

Серед продуктів Copernicus, що характеризують пожежну небезпеку території, слід виділити оцінку нормалізованого відносного індексу рослинності (NDVI), який є індикатором стану рослинного покриву та може вказувати на наявність сухої органіки, що придатна до горіння. Також важливим індексом, що характеризує пожежний стан рослинності, є індекс продуктивності сухої речовини (DMP), який вказує на темпи зростання сухої речовини. Індекс ґрунтових вод (SWI) вказує на стан вологості ґрунту та свідчить про настання посухи та підвищення пожежної небезпеки. Таким чином, використовуються одразу кілька показників, що характеризують стан рослинного покриву, в тому числі пожежну небезпеку.

Сумісний аналіз цих даних може бути корисним при знаходженні інтегральних показників, що відображають потенційну пожежну небезпеку території. З цією метою використовуються ряд операцій ГІС-аналізу, які відносяться до модулю Spatial Analyst ArcGIS. Зокрема функції перекласифікації та растрової алгебри.

Загальний процес геоінформаційної обробки даних включає завантаження відповідних індексів з порталу, маскування території з використанням кордону України, нормалізацію значень в діапазоні від 1 до 10 для кожного показника шляхом перекласифікації, растрове складання отриманих показників. Отримані

результати тестуються за допомогою навчальної вибірки пожеж, що вже відбулися (рис. 1).



**Рис. 1 – Модель обробки тематичних растрів в середовищі ArcGIS**

На другому етапі виконання моделі відбувається перекласифікація даних до єдиної розмірності, що дає можливість для оперування нормалізованими значеннями, які можуть бути сумісно оброблені в межах побудови ієрархічних індексів. На третьому етапі виконання моделі відбувається сумування растрових матриць перекласифікованих значень з метою отримання інтегрального значення. У результаті оброблення даних отримано 5 класів територій за індексом пожежної небезпеки. З метою перевірки отриманих значень використовується база даних Burnt Area з даними про пожежі протягом аналогічного проміжку часу. Для встановлення зв'язку використовуються показники просторової кореляції та просторової регресії.

**Висновки.** Запропоновано використання індикаторів стану земного покриття, що збираються в рамках програми Copernicus, для визначення індексу пожежної небезпеки території. За результатами верифікації індексу встановлено значні значення просторової кореляції між показниками індексу та концентрацією місць пожеж, що вказує на можливість використання індексу для передбачення пожежної ситуації. Подальші дослідження будуть спрямовані на пошук оптимізаційних критеріїв моделі для підвищення вірогідності прогнозу.

#### Список використаних джерел

1.Cheng, T. Applications of spatio-temporal data mining and knowledge for forest fire [Текст] / T. Cheng, J. Wang // In. Proceedings of the ISPRS Technical Commission VII Mid Term Symposium, Enschede, The Netherlands. – 2006. – P. 148-153.

2.Putrenko V. Wildfire prediction and monitoring in Ukraine on base of Copernicus Land service [Текст] / V. Putrenko, N. Pashynska // Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки. – К., 2016. – С. 41-43

3.Copernicus Global Land Service [Електронний ресурс] - Режим доступу : <http://land.copernicus.eu/global/products/dmp> - 26.03.2017 р. — Загол. з екрану

УДК 004.896:004.891.3

<sup>1</sup>А. О. Пашко

д.ф.-м.н., с.н.с.

<sup>2</sup>Б. М. Єременко

доцент, к.т.н.

<sup>3</sup>Ю.В. Кошарна

доцент, к.т.н.

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ<sup>2,3</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

## ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МЕРЕЖІ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОГО ВИВЕДЕННЯ

**Вступ.** В роботі [1] досліджено процес діагностування і проведено аналіз нормативних документів, згідно яких проводиться обстеження та оцінка технічного стану (ТС) об'єктів будівництва. Для здобуття і накопичення експериментальних даних та систематизації і застосування експертних знань спроектовано підсистему інженерії знань системи підтримки прийняття рішень (СППР) з нечіткою логікою.

Метою даної роботи є розробка моделі та модуля нечіткого виведення автоматизованої системи оцінювання ТС мереж водопостачання.

**Матеріали та результати дослідження.** Структурну схему підсистеми інженерії знань з нечіткою логікою системи підтримки прийняття рішень для оцінювання ТС елементів мереж водопостачання представлено на рис. 1.

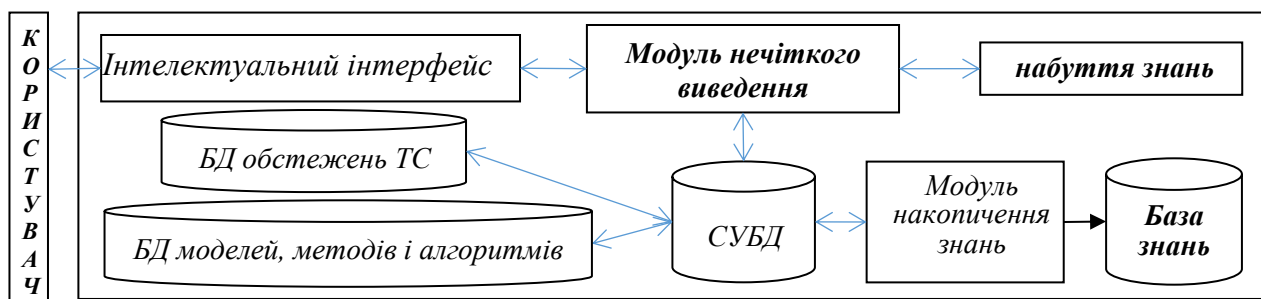


Рис.1. Структурна схема підсистеми інженерії знань СППР з нечіткою логікою

Модуль нечіткого виведення містить в собі систему правил для нечіткого виведення та алгоритм для отримання нечітких висновків на основі нечітких початкових даних і використовує основні операції нечіткої логіки.

Система нечіткого виведення включає:

- множину нечітких змінних, що описують стан елементів мережі [2];
- основні операції над нечіткими змінними;
- входи та виходи системи.



Вхідні параметри задаються у вигляді вектора  $\vec{X} = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ , координатами якого є параметри стану системи водопостачання. Кожному вхідному параметру  $x_i$  відповідає лінгвістична змінна  $L_i = \{T_{i,j}, j = 1, 2, \dots, k_i\}$ , що містить  $k_i$  термів, кожен з яких є нечіткою множиною. Вихід правила – лінгвістична змінна  $LY = \{TY_j, j = 1, 2, \dots, m\}$ ,  $TY_j$  – терми вихідної змінної;  $Y$  – категорія ТС елемента мережі. Множина правил  $\{P_j, j = 1, 2, \dots, N\}$  являє собою знання експертів, які задані у вигляді нечіткої імплікації, що задана на декартовому добутку носіїв вхідних і вихідних даних. Система нечітких правил має бути повною, що передбачає існування хоча б одного правила для кожного терму вхідної та вихідної лінгвістичної змінної. Максимальна кількість правил дорівнює  $N_{max} = \prod_{i=1}^n k_i$ . Правила для оцінки стану мережі в цілому визначаються сукупністю виявлених дефектів і ушкоджень елементів, типом їх з'єднань та умовами експлуатації. При цьому, рекомендації щодо вибору режимів роботи насосних станцій мережі водопостачання в кожному конкретному випадку залежать від рівня та характеру невизначеності.

Алгоритм нечіткого виведення складається з кроків: фаззифікація входів, отримання знань, дефаззифікація виходів [3].

При фаззифікації чіткого входу  $x_i$  визначають ступені належності кожному терму лінгвістичної змінної  $L_i$ . Вхідна величина  $x_i$  є нечіткою множиною  $M_i(x, \mu(x))$  з мірою належності  $\mu(x)$ .

Визначення міри належності підумов здійснюється за допомогою операцій над нечіткими множинами, що отримані в результаті фаззифікації вхідних змінних і нечітких множин з відповідних правил.

При дефаззифікації виходів нечіткі дані, що отримані в результаті застосування нечітких правил, перетворюються на чітку величину згідно алгоритму Мамдані або алгоритму Сугено.

**Висновки.** Запропонований алгоритми формалізації експертних знань у вигляді нечітких правил використано при розробці програмних засобів для оцінки станів елементів мережі водопостачання. Реалізація модуля нечіткого виведення автоматизованої СППР дозволяє оперативно та ефективно корегувати роботу насосних станцій мереж водопостачання в умовах невизначеності.

#### Список використаних джерел

1. Terenchuk S., Yeremenko B., Sorotuyk T. Implementation of intelligent information technology for the assessment of technology for condition of building structures in the process of diagnosis. Eastern European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 5/3(83), 2016, pp. 30-39.
2. Кошарна Ю. В. Використання інформаційно-графічного моделювання для оцінки станів системи водопостачання / Ю. В. Кошарна // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – № 1/4(31), 2008, С. 15-18.
3. Пашко А. О. Експертна система прийняття рішень з нечіткою логікою для оцінки технічного стану об'єктів будівництва / А. О. Пашко, С. А. Теренчук, Б. М. Єременко // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту: матеріали міжн. наук. конф., – Херсон, 2016, С. 213-215.

УДК 621.22

<sup>1</sup> **Л.Є. Пелевін**

К.т.н., професор, завідувач кафедри

<sup>2</sup> **Є.В. Горбатюк**

К.т.н., доцент, доцент кафедри

<sup>3</sup> **Н.Є. Горбатюк**

<sup>1,2</sup> *Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна*

<sup>3</sup> *Гімназія “Академія”, Київ, Україна*

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СЛІДКУЮЧОГО ГІДРАВЛІЧНОГО СТАБІЛІЗАТОРА

**Вступ.** В процесі проектування і експлуатації складних гідравлічних приводів актуальними є питання надійності та управління потокорозподільними системами з метою забезпечення раціонального процесу роботи. В сучасній техніці потокорозподілення здійснюється за допомогою систем автоматичного керування (САК).

Сучасні гідравлічні приводи будівельних машин складні та розгалужені системи, внаслідок чого робочі органи, які мають працювати одночасно (паралельно), живляться від різних джерел (гідронасосів). Це призводить до збою в їхній роботі і тому виникає потреба в стабілізації шляхом встановлення в гідравлічну систему слідкуючого гідравлічного стабілізатора. Одними з таких машин є роторні землерийні машини з декількома робочими органами [1, 2]. Для стабілізації роботи цих машин оптимальним варіантом є встановлення гідравлічного стабілізатора із слідкуючим пристроєм.

У слідкуючих гідроприводах, особливо в системах автоматичного регулювання і управління, застосовують слідкуючі пристрої, за допомогою яких виконуючий орган (вихід) відтворює переміщення заданого або чутливого елементу системи (входу).

За своєю структурою гідравлічні слідкуючі приводи належать до систем автоматичного керування (САК), в яких необхідні характеристики можуть бути забезпечені за допомогою розімкнутого чи замкнутого ланцюга керування.

Функціональна схема слідкуючого гідравлічного стабілізатора є схемою системи автоматичного керування. Як і САК, гідравлічний слідкуючий стабілізатор складається з трьох основних вузлів: вузла вводу інформації, гідропідсилювача та виконавчого механізму.

У гідравлічному слідкуючому стабілізаторі керуючий сигнал надходить до виконавчого механізму не безпосередньо, а через підсилювач, що має джерело потужності.

Якщо система реагує на зміни, то при цьому похибка постійно прямує до нуля, після зміни параметрів система вважається точною.

Чутливість відповідних дії характеризується часом, протягом якого вихідна ланка реагує на переміщення чутливого елементу і характеризується часом запізнення спрацювання дроселів відносно зміни чутливого елемента.

Сумарний час запізнення спрацьовування дроселя може бути в першому наближенні визначено за формулою:

$$t_3 = \frac{\Delta V + V_1}{Q_H + 0,5Q_B}, \quad (1)$$

де  $\Delta V$  – зменшення обсягу рідини в системі при збільшенні тиску на величину  $\Delta p$ ;  $V_1$  – об'єм рідини, потрібної для заповнення додаткових об'ємів у системі;  $Q_B$  – виток в системі за робочим тиском;  $Q_H$  – номінальна витрата рідини в системі.

З урахуванням, що

$$Q_B = K_B P \text{ та } \Delta V = \delta S_1 L \quad (2)$$

де  $K_B$  – коефіцієнт витоку рідини;  $P$  – робочий тиск у системі;  $\delta$  – коефіцієнт зменшення обсягу рідини;  $S_1$  – поперечний переріз внутрішнього діаметра трубопроводу;  $L$  – сумарна довжина трубопроводів гідросистеми.

Тоді згідно з [3] отримуємо спрощене рівняння:

$$t_3 = \frac{\delta S_1 L + V_1}{Q_H - 0,5K_B P}. \quad (3)$$

Із залежності очевидно, що для зменшення часу запізнення спрацювання необхідно, щоб:

- 1) робочі канали і трубопроводи були максимально короткими і жорсткими;
- 2) об'ємні втрати були знижені до мінімуму;
- 3) подача насоса повинна бути значною.

Чутливість стабілізатора визначається для кожної конкретної системи за умови, що сигнал може передаватися з визначеним запізненням. Але чутливість стабілізатора повинна бути такою, щоб не порушувати стабільності роботи усього контуру.

**Висновки.** Розроблена математична модель слідкуючого гідравлічного стабілізатора забезпечує раціональний процес роботи роторної землерийної машини з декількома робочими органами шляхом визначення керуючого впливу. Завдяки зворотному зв'язку, слідкуюча система з певною точністю забезпечує відповідність входу і виходу.

#### Список використаних джерел

1. Інженерна машина: пат. України на корисну модель № 98595. МПК E02F 5/30 / Пелевін Л.Є., Карпенко М.М., Лаврик С.В. – опубл. 27.04.2015; Бюл. № 8 – 6 с.
2. Пелевін Л.Є. Гідравліка, гідромашини та гідропневмоавтоматика: Підручник / [Л.Є. Пелевін, Д.О. Міщук, В.П. Рашківський, Є.В. Горбатюк, Г.О. Аржаєв, В.Ф. Красніков] – К.: КНУБА, МОНУ, 2015. – 340с.
3. Pelevin L., Karpenko M. / MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. Vol. 16, No. 8. LUBLIN-RZESZOW 2014. – P. 119-126 (ISSN 1730-8658).

УДК 519.8

**В.В. Поліщук**

к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення систем

*Ужгородський національний університет, Ужгород*

## **МОДЕЛЬ РЕЙТИНГОВОЇ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ДІЯЛЬНОСТІ КРАУДІНВЕСТИЦІЙНИХ ПЛАТФОРМ**

**Вступ.** Сьогоднішній досвід показує, що принести гроші в стартапи та їх економіку, можуть мільйони людей, які раніше нічого спільного з інвестуванням не мали. Спостерігаючи за розвитком великої кількості стартапів [1], стає зрозуміло, що можна знайти хорошу альтернативу їх кредитуванню, застосовуючи сучасні технології [2].

Краудінвестинг – це інвестування в стартап, що здійснюється великою кількістю людей, в тому числі мікроінвесторами та бізнес-ангелами.

Потенціал краудінвестингу грандіозний. В кожній країні і світу взагалі лежить мертвим багажем величезна кількість коштів. У окремо взятої середньостатистичної людини вільних коштів, як правило, замало, щоб думати над традиційним інвестуванням. Люди не вкладають невеликі вільні кошти, а тратять їх. Але світова економіка може отримати набагато більше, якщо через краудінвестиційні платформи невеликі вільні кошти звичайних людей стануть поступати у розвиток всієї економіки. Чим більше профінансованих стартап проектів, тим більше робочих місць, продуктів та послуг ними створюються.

Одним із основних недоліків краудінвестування це ризик шахрайства. Шахраями може виявитись, як платформа, що залучає під неіснуючі проекти інвестиції так і самі проекти стартапи, представлені у вигляді фінансових пірамід.

Тому і постає актуальна задача підвищення безпеки роботи краудінвестиційних платформ, яку необхідно розв'язувати системно, розробляючи нові моделі інформаційних технологій та обґрунтованого введення законодавства регламентації і поширення бізнесу [3].

**Рейтингова оцінка краудінвестиційної платформи.** Ризики шахрайства необхідно знижувати системно, що дозволить підвищити безпеку діяльності платформ та буде стимулювати на популяризацію сучасного бізнесу і втілення нових технологій.

Для платформи головним засобом безпеки вбачаємо:

1. Акредитація – платформа повинна відповідати законодавчим вимогам, бути зареєстрована і отримати державну ліцензію.

2. Рейтингова система – уніфікована оцінка, що отримується на основі системи показників. До таких показників можемо віднести наступні: оцінка власників платформи; рейтингова оцінка стартап проектів, що на платформі; оцінка інвесторів; показники успішних реалізованих проектів. Рейтинг платформи повинен присвоюватись в автоматичному режимі під час її роботи і оновлюватись в реальному часі, а система показників для визначення рейтингу повинна бути динамічною.

Для того, щоб на веб сайті краудінвестиційної платформи працювала рейтингова система присвоєння уніфікованої оцінки, необхідно розробити математичну модель її отримання. Така рейтингова модель повинна бути стандартизована для краудінвестиційних платформ в межах, принаймні однієї держави. Інвестори та стартапери повинні мати повну інформацію про платформу не тільки аналітичну, але і у вигляді чіткого рейтингу.

Модель задачі сформулюємо у наступному вигляді:

$$EK = PR(PR_1, PR_2, PR_3, PR_4), \quad (1)$$

де  $PR_1$  – агрегована оцінка власників платформи,  $PR_2$  – інтегральна оцінка ризику відносно рівня безпеки фінансування проекту,  $PR_3$  – агрегована оцінка інвесторів, що працювали з платформою,  $PR_4$  – оцінка успішності реалізованих проектів.  $EK$  – вихідна рейтингова та лінгвістична оцінка краудінвестиційної платформи.  $PR$  – оператор, що ставить у відповідність вихідну змінну  $EK$ , при вхідних оцінках  $PR_1, PR_2, PR_3, PR_4$ .

Програмна реалізація даної моделі повинна підтягувати інформацію з платформи і бути її не від’ємним додатком. Це дасть можливість на основі динамічних показників присвоювати рейтинг платформи в реальному часі.

**Висновки.** Рейтингова система краудінвестиційної платформи повинна оцінити платформу, а також дати лінгвістичне трактування такій оцінці використовуючи системний підхід власників платформи, ризиків стартапів, інвесторів та успішних проектів. Отримана оцінка повинна присвоюватись в автоматичному режимі, оновлюватись в реальному часі та відображатись на сайті платформи.

#### Список використаних джерел

1. Malyar M. Model of start-ups assessment under conditions of information uncertainty /M. Malyar, V. Polishchuk, M. Sharkadi, I. Liakh // Eastern European Journal of Enterprise Technologies, Mathematics and cybernetics – applied aspects, 2016. – 3/4 (81). – P. 43-49. ISSN 1729-3774. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2016.71222>
2. Поліщук В.В. Технологія зменшення ризику роботи венчурних фондів / В.В. Поліщук // VIII Міжнародна школа-семінар «Теорія прийняття рішень». – Ужгород: УжНУ, 2016. – С. 221.
3. Polishchuk V. Enhancement technology security activities of venture capital funds / V. Polishchuk, I. Liakh // Košická bezpečnostná revue, Košice, 2016. – 2/2016/ (10th International Scientific Conference. “BEZPEČNÉ SLOVENSKO A EUROPSKA UNIA”) – P.312-314. ISSN 1338-4880.

УДК 004.728.4

<sup>1</sup>**П.Е. Пустовойтов**

Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры систем информации

<sup>2</sup>**В.А. Сивак**

Студент кафедры систем информации

<sup>1,2</sup>*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ ТРАФИКА НА ПОРОГЕ СЕТИ СРЕДСТВАМИ OMNET++

**Введение.** В современных компьютерных сетях в связи с непрерывным ростом объемов трафика между корреспондентами и ограниченностью пропускных способностей линий связи и узлов сети высокую актуальность приобретает проблема формирования и ограничения трафика [1-3].

**Постановка задачи.** Задачей работы является построение модели тестовой сети средствами программного комплекса OMNeT++, реализация механизма формирования трафика на пороге сети, сравнение показателей качества обслуживания в сети (потери пакетов, задержка передачи пакетов) для режимов с формированием трафика и без формирования трафика.

**Основные результаты.** Как известно [1-3], нет единого наилучшего алгоритма устранения флуктуаций трафика, поэтому рекомендуется использовать комбинацию алгоритмов формирования трафика в сети, как показано на схеме предложенной в работе модели на рисунке 1.

Полученная система представляет собой комбинацию двух алгоритмов. На вход системы (рисунок 1) поступает поток пакетов со случайным интервалом времени между появлениями пакетов равным  $T_I$ . Случайный характер появления пакетов создает флуктуацию при проигрывании мультимедиа. Для снижения флуктуационного эффекта предлагается использовать комбинацию алгоритмов «маркерного ведра» (Token Bucket) и «дырявого ведра» (Leaky Bucket).

Здесь, «Маркерное ведро» имеет очередь пакетов  $q_{VM}$ , ожидающих появления свободного маркера. Количество свободных маркеров равно  $M$ , эта величина корректируется потребителем пакетов. Пакеты данных, получившие маркеры, покидают «маркерное ведро» и пачками или по одному поступают на вход «дырявого ведра».

«Дырявое ведро» имеет очередь пакетов  $q_{VD}$  и фиксированную скорость протекания  $T_{DV}$ . На выходе «дырявого ведра» имеем упорядоченный поток данных, который поступает на вход «потребителя».

У «потребителя» имеется строго фиксированная скорость потребления  $T_P$  и величина очереди пакетов  $q_B$ . «Потребитель» должен анализировать величину

заполнения буфера, вырабатывать по необходимости маркеры и отправлять их в «маркерное ведро».

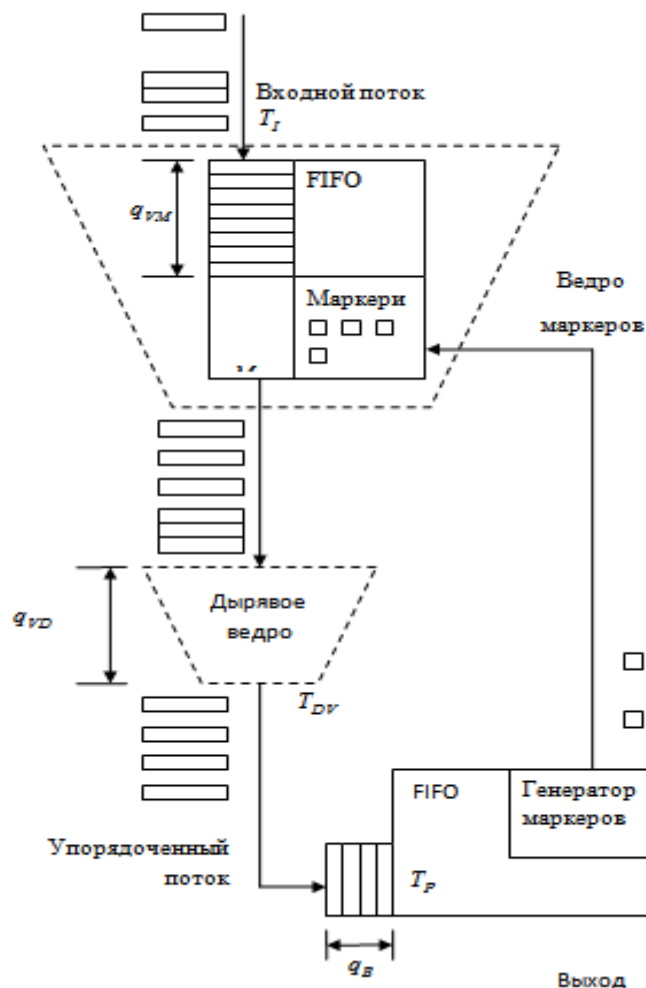


Рисунок 1 – Схема модели формирования трафика

**Выводы.** Полученная схема протестирована на имитационной модели в среде моделирования OMNeT++. Использование предложенной схемы снижает потери пакетов внутри сети на 3% и задержку пакетов на 7%. Дальнейшие исследования будут посвящены исследованию влияния формирования трафика на другие показатели качества обслуживания, например джиттер.

#### Список использованных источников

1. Пустовойтов П.Е. Анализ показателей надежности компьютерной сети для различных вариантов управления потоками пакетов [Текст] / П.Е. Пустовойтов, Р.А. Круглов, С.В. Судаков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. -№ 52(958). С. 138-145.
2. Пустовойтов П.Е. Моделирование фрактальных потоков пакетов в компьютерных сетях [Текст] / П.Е. Пустовойтов // Сучасні інформаційні системи та технології «AIST-2012»: тез. допов. міжнар. наук.-практ. конф. 15-18 травня 2012р. – Суми, 2012. - С.29-30.
3. Pustovoitov P. Flow management in routers by criteria of average queue length [Text] / P. Pustovoitov // Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science: Proceedings of the XIth International Conference TCSET'2012 Lviv – Slavske, Ukraine, February 21–24, 2012. – P.363.

УДК 004.5:37.04:37.06

<sup>1</sup>Ю.В. Рябчун,

аспірант

<sup>2</sup>Б.А. Нагорний,

аспірант

<sup>1,2</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗДІБНОСТЕЙ АБІТУРІЄНТІВ

**Вступ.** Проведені online-дослідження існуючих інформаційних систем (ІС) ідентифікації здібностей (ІЗ) абітурієнтів на запит «профорієнтаційна діагностика абітурієнта» рекомендують звернутися до автоматизованої системи «Комплексна профорієнтаційна діагностика «Абітурієнт» [1]. Дана ІС є вітчизняною інноваційною розробкою, що схвалена Міністерством освіти і науки України [2] та не має альтернатив. Натомість для ідентифікації здібностей і досягнень абітурієнтів використовують заходи і засоби, в основу яких покладено різні тести здібностей (ТЗ) і тести досягнень (ТД).

Тестом здібностей називають будь-який психометричний інструмент, який використовується для прогнозування можливостей людини. ТЗ надають змогу передбачати рівень успішності у вузьких галузях і підходять для обґрунтування розподілу абітурієнтів за напрямками навчання. ТД оцінюють результати навчання і поточні знання. Основна відмінність між ТЗ і ТД полягає в призначенні: тести здібностей передбачають виявлення здібностей до навчання, тести досягнення оцінюють результати навчання та поточні знання, проте розмежувати здібності і досягнення часто буває складно [3].

**Метою роботи** є дослідження існуючих засобів ідентифікації здібностей абітурієнтів, які використовуються для оцінювання їх можливостей до засвоєння специфічних знань і умінь за різними напрямками навчання в будівельних навчальних закладах.

**Матеріали та результати дослідження.** Аналіз роботи ІС «Комплексна профорієнтаційна діагностика «Абітурієнт» показав, що зазначена система містить довідникову інформацію про професійні категорії навчання, яка ґрунтується на вимірюванні професійних інтересів та схильностей у підприємницькій, соціальній, артистичній, інтелектуальній, природничо-реалістичній, техніко-реалістичній, конвенціональній галузях навчання, але не відповідає вимогам будівельних навчальних закладів.

Окрім даної ІС існує ряд засобів тестування для визначення спеціальних здібностей. Огляд найвідоміших тестів, таких як «Шкала розумового розвитку Біне-Симона» і "Шкала інтелекту дорослих Векслера" для визначення інтелекту, показав, що результати, отримані з їх використанням, значно корелюють з успішністю діяльності в широкому спектрі. Однак цим тестам властива низька кореляція з успішністю у спеціальних галузях [3].

При розробці засобів підтримки прийняття рішень на основі ідентифікації здібностей абітурієнтів відмінність між ТЗ і ТД абітурієнтів відображаються на континуумі, з одного боку якого – тести шкільних досягнень, що розроблені



шкільними вчителями для оцінювання знань, а з іншого – тести інтелекту, психологічної готовності або тести спеціальних здібностей для прогнозування успішності в конкретних галузях, що розроблені спеціалістами довузівської підготовки відповідних навчальних закладів [3]. Такі тести здібностей, як "Тест академічного оцінювання" (SAT) і "Письмові іспити для аспірантів" (GRE), знаходяться в середині цього континууму і являють собою множину нечітких даних, що потребують класифікації. До багатфакторних ТЗ також належать: "Комплексна батарея здібностей"; "Батарея здібностей Гілфорда-Циммермана"; "Міжнародна батарея тестів первинних чинників"; "Національні тести готовності" (MRT); "Тест базисних понять Бозна". Існують також тести спеціальних здібностей для прогнозування успішності в конкретних галузях діяльності, що оцінюють канцелярські і стенографічні здібності, зір і вміння навчатися, слух, механічні здібності, музичні й артистичні здібності, креативність. Для відбору абітурієнтів використовують: "Тест академічних здібностей" (SAT); "Тестову батарею Програми тестування американських коледжів" (ACT); "Тест для вступників до юридичної школи" (LSAT); "Тест для вступників до медичного коледжу" (MCAT), які відображають вимоги до спеціалістів певної галузі, але жоден з них не враховує вимоги до спеціалістів будівельної галузі та попит будівельних навчальних закладів України.

В результаті проведеного дослідження встановлено актуальність і доцільність розробки ІСІЗ абітурієнтів. Основним призначенням ІС буде підтримка прийняття обґрунтованого рішення при виборі напрямку навчання, що суттєво впливає на якість подальшого життя (рис. 1).

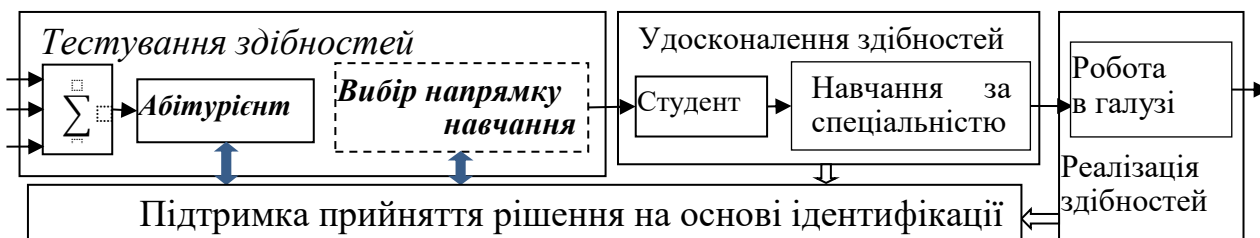


Рис.1. Схема формування інформаційного забезпечення системи ІЗ

**Висновки.** Виконано постановку задачі для подальших досліджень:

- провести аналіз математичних моделей і методів ідентифікації даних;
- обґрунтувати фактори, що адекватно відображають здібності до навчання і роботи в різних галузях будівництва;
- визначити кількісну міру вагомості і пріоритетності кожного з факторів та оцінити сумісний вплив різних суперпозицій.

#### Список використаних джерел

1. <http://cleverdia.com/index.php?lang=uk>
2. [http://cleverdia.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17&Itemid=112&lang=uk](http://cleverdia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=112&lang=uk)
3. Палій А. А. Диференціальна психологія: Навчальний посібник / А. А. Палій. – К.: «Академвидав», 2010. – 432 с.

УДК 517.9

**Г.В. Сандраков**

Доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка***ОПТИМАЛЬНІ ОБЧИСЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МАСИВІВ МІКРОГОЛОК**

Масиви мікроголок для ін'єкцій ліків все частіше використовуються в сучасній медицині при лікуванні різних захворювань. Такі масиви формуються досить великою кількістю мікроголок, закріплених на плоскій основі, і використовуються, наприклад, при ін'єкціях вакцин, протеїнів та інсуліну. При виготовленні таких масивів, мікроголки закріплюються на основі зазвичай періодичним чином, що спрощує технологічну складність їх виробництва. Досить докладна бібліографія про дослідження різних аспектів і методів застосування таких масивів наведена в роботах [1,2]. Однак, проблема оптимізації параметрів пружної взаємодії таких масивів з поверхнею (яка відповідає ділянки шкіри) зовсім не розглядалась. Така проблема буде сформульована та частково досліджена у доповіді. При дослідженні цієї проблеми будуть корисними методи робіт [3,4], де розглядається випадок циліндричних голок, та робіт [5,6], де розглядаються аналогічні проблеми.

Таким чином, будуть наведені оптимальні обчислення параметрів і форми мікроголок, які надають комфортне використання масивів мікроголок для ін'єкцій ліків. Такі оцінки є істотними для моделювання та розуміння процесів, які реалізуються при ін'єкціях ліків масивами мікроголок.

**Список використаних джерел**

1. Olatunji O. Influence of array interspacing on the force required for successful microneedle skin penetration: theoretical and practical approaches / O.Olatunji, D.B. Das, M.J. Garland, L. Belaid, R.F. Donnelly // J. Pharmaceutical Sciences. – 2013. – Vol. 102. – P.1209–1221.
2. Romgens A.M. Monitoring the penetration process of single microneedles with varying tip diameters / A.M. Romgens, D.L. Bader, J.A. Bouwstra, F.P.T. Baaijens, C.W.J. Oomens // J. Mechanical Behavior of Biomedical Materials. – 2014. – Vol. 40. – P.90–105.
3. Carbone L. On convergence of functionals with unilateral constraints / L.Carbone, F. Colombini // J. Math. Pures Appl. – 1980. – Vol. 59. – P.465–500.
4. Attouch H. Variational inequalities with varying obstacles: the general form of the limit problem / H. Attouch, C. Picard // J. Funct. Anal. – 1983. – Vol. 50. – P.329–386.
5. Sandrakov G.V. Homogenization of variational inequalities for obstacle problems / G.V. Sandrakov // Sbornik: Math. – 2005. – Vol. 196. – C.541–560.
6. Sandrakov G.V. Homogenization of variational inequalities and equations defined by pseudomonotone operators / G.V. Sandrakov // Sbornik: Math. – 2008. – Vol. 199. – C.67–98.

УДК 004.89: 656.025.4

<sup>1</sup> **А.В. Селіванова**

к.т.н, доцент кафедри інформаційних технологій та кібербезпеки

<sup>2</sup> **Н.Ф. Мітрофанова**

асистент кафедри інформаційних технологій та кібербезпеки

<sup>1,2</sup> *Одеська національна академія харчових технологій, Одеса*

## ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПРИ СТВОРЕННІ ЛОГІСТИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

**Вступ.** Впродовж останніх років бурхливо розвиваються ґрунтовані на інформатиці так звані нові логістичні технології. Інформаційні системи займають в цих технологіях центральне положення.

Логістичні інформаційні системи, як правило, є автоматизованими системами управління логістичними процесами. Тому математичне забезпечення в логістичних інформаційних системах - це комплекс програм і сукупність засобів програмування, завдань управління, що забезпечують рішення, матеріальними потоками, обробку текстів, отримання довідкових даних і функціонування технічних засобів [1].

**Постановка задачі.** Об'єктами управління логістичними інформаційними системами є потоки інформації, пов'язані з постачанням, виробництвом, запасами і розподілом готової продукції у багатоланкових виробничо-господарських комплексах. Суб'єктом управління інформаційними потоками в логістичних системах є конкретні структурні підрозділи або особи, що приймають рішення. Реалізація системного підходу в логістиці вимагає розгляду об'єкту і суб'єкта управління як сукупності елементів (ланок), між якими встановлені певні функціональні зв'язки і стосунки.

**Аналіз досвіду.** В останні роки дослідники виявили велику цікавість до використання методів і методологій штучного інтелекту. Ці методології мають можливість ефективніше контролювати кількісні і якісні показники ніж звичайні методи. Вони дозволяють грамотно вирішувати складні проблеми, пов'язані з транспортними та логістичними системами [2]. Дослідниками було приділено уваги таким аспектам як управління дорожнім рухом на основі нечіткої логіки (Заде, Teodorovic, D., Kikuchi, S. та ін.); мультиагентне управління транспортною логістикою (Ferber, 1999, Wooldridge, 2002, Abraham, 2008, Schleiffer, 2002, Bazzan, 2005, V. Graudina, J. Grundspenkis, 2005, Chen and Cheng, 2010 та ін.), управління дорожнім рухом на основі інтелекту рій (Teodorovic, 2008, Bonabeau, 1999, Dorigo, 1996 та ін.)

**Матеріал дослідження.** Організація зв'язків між елементами в інформаційних системах логістики може істотно відрізнятись від організації традиційних інформаційних систем. Це обумовлено тим, що в логістиці інформаційні системи повинні забезпечувати усебічну інтеграцію усіх елементів управління матеріальним потоком, їх оперативну і надійну взаємодію.

В рамках проведеного дослідження було зібрано логістичні дані портових терміналів порту м. Щецин, Польща та занесено їх у єдину базу даних.

Виявлено, що на перевантажувальну спроможність портових терміналів терміналу впливають такі параметри:

- $N$  - кількість суден,
- $m$  - середній тоннаж,
- $V_{pv}$  - середня швидкість перевантаження,
- $t_n$  - кількість днів простою,
- $t_p$  - кількість днів у які відбувається перевантаження,
- $N_{po}$  - кількість причального обладнання на одне судно,
- $N_i$  - середня кількість люків судна,
- $Z$  - кількість змін роботи порту.

Враховуючи отримані дані було проведено їх аналіз традиційними статистичними методами та за допомогою апарату нейронних мереж, було виявлено параметри, що найбільш впливають на перевантажувальну спроможність терміналу. При побудові моделей було враховано попередній аналіз перевантаження порту в Щеціні в 2005-2014 роках [3]. Побудовано моделі підтримки прийняття рішень у логістичній транспортній мережі на базі нейро-нечіткого управління із врахуванням "вузьких місць" виявлених попереднім аналізом [3].

**Висновки.** Отримані результати аналізу можуть бути використані для прогнозування зміни перевантажувальної спроможності портового терміналу при поглибленні водного каналу. А побудовані моделі можуть бути застосовані при створенні інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень при управлінні портовим терміналом.

#### Список використаних джерел

1. Никифоров В. В. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок / В. В. Никифоров. – М.: ГроссМедиа, 2008. – 192 с.
2. Habib M. Kammoun An adaptive multiagent road traffic management system based on hybrid ant-hierarchical fuzzy model/ Habib M. Kammoun, Ilhem Kallel, Jorge Casillas , Ajith Abraham, Adel M. Alimi // Transportation Research. – 2014. – Part C 42. – С.147–167.
3. Filina-Dawidowicz L. Wpływ działalności inwestycyjnej na obroty ładunkowe portu w Szczecinie / L. Filina-Dawidowicz, A. Jutrzonka, K. Mielnik // Logistyka. – 2016.

УДК 004.942.001.57

<sup>1</sup>О. І. Серпінська,

інженер - програміст 1 кат,

<sup>2</sup>С. А. Теренчук,

к.ф.-м.н., доцент, докторант

<sup>1,2</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури, м.Київ

## ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

**Вступ.** На сьогоднішній день розроблено велику кількість інформаційних систем (ІС) моніторингу довкілля, які використовуються в якості програмних ресурсів підтримки прийняття рішень в області охорони навколишнього природного середовища (НПС), але більшість з них розроблені згідно єдиних вимог нормативних документів країн колишнього СРСР. В середині 90-х років в Україні було прийнято ряд законодавчих документів, в яких сформульовані вимоги до систем оцінки екологічного стану (ЕС) і екологічного моніторингу (ЕМ) на державному і регіональному рівнях [1]. З того часу законодавча та нормативна бази суттєво не змінювалися, а інтеграція України в європейські мережі моніторингу НПС потребує адаптації національних систем згідно до вимог Всесвітньої Метеорологічної Організації (ВМО) і Європейської Агенції з Оточуючого Середовища (ЄАОС).

Метою даної роботи є пошук базової версії ІС екологічного моніторингу, адаптація якої забезпечить інтегрованість вітчизняних систем моніторингу атмосферного повітря (АП) в міжнародну мережу охорони НПС.

**Матеріали та результати дослідження** містять аналіз найпоширеніших вітчизняних та закордонних ІС моніторингу наземних екосистем [2].

Урядова інформаційно-аналітична система (УІАС) з питань надзвичайних ситуацій (НС) призначена для підтримки управлінських рішень в усіх територіальних органах управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій. УІАС НС вирішує задачі прогнозування виникнення та моделювання розвитку НС, а також надання керівництву надійної оперативної інформації щодо ліквідації їх наслідків в режимі on-line.

Для розрахунку забруднення АП стаціонарними джерелами промислових об'єктів (ПО) існують різні версії системи ЕОЛ: «ЕОЛ», «ЕОЛ+», «ЕОЛ+FON», «ЕОЛ-2000[h]», «ЕОЛ(ГАЗ)-2000[h]», «Еколог-Газ», «PLENER», які надають користувачу потужні засоби для математичного моделювання процесу розсіювання забруднюючих речовин в приземних і верхніх шарах атмосфери. Установи, організації та природоохоронні органи України, що здійснюють управління у сфері охорони повітря використовують програмний комплекс (ПК) ЕОЛ-2000[h], розрахункові модулі якого призначені для визначення забруднення АП як в приземних, так і в верхніх шарах атмосфери і реалізують «Общесоюзный нормативный документ» (ОНД-86) [3]. Окрім того, ЕОЛ-2000[h]

підтримує екстремальне моделювання ситуації та забезпечує багатоваріантний аналіз процесу розсіювання при різних вхідних даних.

Серед інших вітчизняних систем ЕМ територій і оцінки ЕС на локальному та регіональному рівнях слід відзначити ІС «ЕКОЛОГІЯ» та «ЕкоГІС-Київ». ІС «ЕКОЛОГІЯ» вирішує задачу моделювання розсіювання продуктів викидів в АП, формування документів з інвентаризації джерел викидів і підготовку звітності згідно [3], а «ЕкоГІС-Київ» – геоінформаційна системараціонального розміщення пунктів спостережень мережі моніторингу стану АП; моделювання розподілу концентрації продуктів викидів та оцінкиїх впливу наНПС; оцінки техногенних і екологічних ризиків та візуалізації даних.

Російські програмні продукти: «Гарант-отходы», «Универсал», «Нуклид», «Том ПДВ», «Автотранспорт» працюють згідно [1, 3]та націлені на вирішення різних задач екологічної безпеки, але їх використання в якості базовихверсій для адаптації українських ІС моніторингу АПне представляється доцільним у зв'язку з наявною політико-економічною ситуацією.

ERMOD розроблена «LakesEnvironmental» (Канада) і «BREEZE» (США) для моделювання поширення продуктів викидів різних джерел промислових об'єктів (ПО) в умовах довільного рельєфу місцевості. ІС містить в собі: модуль визначення метеоданих; інструментальний набір для відтворення рельєфу; модуль математичного моделювання дисперсії домішок; програмні засоби для прив'язки моделі до тривимірних даних місцевого рельєфу. Окрім того, модулі даного класу містять засоби, що надають змогу враховувати особливості поширення домішок над трасами, водними перешкодами, лісовими масивами і т. і. Система використовується Агентством захисту навколишнього середовища США для оцінювання екологічних ризиків забруднення за рік.

**Висновки.** Проведені дослідження виявили невідповідність існуючих вітчизняних ІС екологічного моніторингу сучасним вимогам ВМО і ЄАОС в підходах до збору, обробки, збереження і обміну інформацією.

Запропоновано: адаптувати існуючі вітчизняні стандарти екологічної безпеки АП до міжнародних або повністю перейти на міжнародні стандарти тарозробитибазу даних, яка забезпечить сумісність підходів при аналізі інформації в системах ЕМ національного і міжнародного рівнів і забезпечить інтеграцію вітчизняних ІС в міжнародну мережу охорони навколишнього природного середовища.З'ясовано, що найкращедля адаптації придатний вітчизнянийбагатофункціональнийПК «ЕОЛ-2000[h]».

#### Список використаних джерел

1. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу[Текст]: Постанова КМ України від 30 березня 1998 р. №391// Офіц. в-к України. – №13. – 1998.
2. Адаптация сетей мониторинга в странах ВЕКЦА: Мониторинг качества воздуха [Текст]: ЕСЕ/СЕР/АС.10/2006/3. – ЕЭК ООН, Женева. – 3 апреля 2006. – 27 с.
3. ОНД-86. Общесоюзный нормативный документ ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».–Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 92 с.

УДК 004.42

<sup>1</sup> **О. О. Сидорук**

студент,

<sup>2</sup> **А. В. Шевчук**

студент,

<sup>1,2</sup> *Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця*

## РОЗПОДІЛЕНА ОПТОЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

**Вступ.** Актуальність проекту полягає у застосуванні сучасних технологій, які забезпечать оперативну та комплексну обробку результатів спостережень та візуалізацію даних забруднення атмосферного повітря. В процесі моніторингу атмосферного повітря здійснюється збір, опрацювання, аналіз, оцінювання та прогнозування стану повітря з метою його покращення. Як результат зменшується кількість викидів та усуваються забруднюючі речовини, що є важливим для природного середовища. Для вирішення цих проблем необхідно проводити регулярний моніторинг стану атмосферного повітря та здійснювати подальший аналіз отриманих даних з використанням сучасних інформаційних технологій.

Основною ідеєю проекту є накопичення та обробка масивів екологічної інформації за допомогою моніторингових пристроїв на базі платформ Arduino. Ключовою ціллю проекту є створення бази даних екологічної інформації та надання вільного доступу до неї за допомогою веб-, мобільних додатків та API.

**Результати.** Для реалізації проекту були поставлені задачі, пов'язані із збиранням даних і надсиланням їх на сервер та їх візуалізацією і обробкою з використанням WEB-технологій. WEB-сайт системи [escitizens.online](http://escitizens.online) одержує дані, виконує їх обробку і візуалізацію в максимально зручному вигляді. Користувацький інтерфейс реалізований на основі адаптивних технологій, що дозволяє працювати в системі як з комп'ютера так і з мобільних пристроїв.

Зв'язок сервера із датчиками відбувається за допомогою POST-запитів. При отриманні даних від датчика, модуль збирання та попередньої обробки інформації додає отриманні дані в колекцію датчика, яка зберігається в базі даних і паралельно з цим надсилає отриманні дані всім користувачам в системі, підписаним на цей датчик, після чого клієнтський модуль їх обробляє та відображає у зручному для користувача вигляді.

Особливістю клієнтського модуля системи є використання геолокації на основі технологій Google.

При завантаженні сторінки, завдяки зв'язку з модулем збирання та попередньої обробки інформації на основі технології WebSocket, одержується інформація про координати датчиків та забруднювачів і вона відтворюється на мапі у вигляді маячків. Якщо ж користувачеві не потрібні забруднювачі на мапі, функціонал сайту передбачає можливість їх приховати (рис.1).

Функціонал передбачає ряд фільтрів, які дозволяють користувачеві відбирати інформацію за необхідними ознаками [1]. Відтворювані дані

формується як на основі зібраної раніше інформації з бази даних, так і наживо в реальному режимі часу з обраними користувачем датчиками.



Рисунок 1 – Знімок системи, сайт [ecocitizens.online](http://ecocitizens.online)

Вибір користувачем певного датчику для спостереження активізує діалог сервера і модуля збирання інформації на основі технології WebSocket [2]. Реагуючи на запит, модуль збирання та попередньої обробки інформації надсилає серверу колекцію даних, якої буде достатньо задля відображення графіків з детальною інформацією про виміри, які здійснюють відповідні пристрої. Після отримання цієї колекції, клієнтський модуль наносить ці дані на графіки та виводить в окремому полі покази наших пристроїв в режимі реального часу [3].

Зібрані дані фіксуються у базі даних, яка надає можливість їх аналізувати у часовій ретроспективі за вказаний період. Після вибору та натиснення відповідної кнопки, знову ж надсилається запит на основі технології WebSocket. В слухач клієнтського модуля, модуль збирання та попередньої обробки інформації надсилає вже масивнішу колекцію даних. Вона обробляється та наноситься на графіки таким чином, щоб не заважати даним в реальному часі відобразитись окремо.

**Висновки.** Розбудована мережа моніторингу із центральною базою даних та вільним доступом до неї – дозволяє органічно поєднати цей проект з іншими проектами, націленими на розвиток технологій «Розумне місто». На базі системи можна буде створювати численні сервіси для аналізу та оперативного сповіщення про стан довкілля.

Результати довготривалих спостережень матимуть також наукову цінність. На основі цих даних буде можливим уточнити основні закономірності утворення та поширення забруднюючих речовин в межах конкретних населених пунктів.

#### Список використаної літератури

1. Дэвид Флэнаган. JavaScript. Подробное руководство, 6е издание. Пер. с англ. – СПб: Символ Плюс, 2012. – 1080 с.
2. David Geary. Core HTML5 Canvas: Graphics, Animation, and Game Development. – Prentice Hall, 2012. – 510 с.
3. Bas Wijnen, G. C. Anzalone and Joshua M. Pearce, Open-source mobile water quality testing platform. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 4(3) pp. 532–537 (2014). doi:10.2166/washdev.2014.137



УДК 004.942

<sup>1</sup> **Силаков А.И.**

аспирант

<sup>2</sup> **Угрюмов М.Л.**

доктор техн. наук, профессор

<sup>1,2</sup> *Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СЕТИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА**

**Вступление.** Проблема контроля состояния гидравлических сетей весьма актуальна на данном этапе развития технологического оборудования и способов его комбинирования. Зачастую, тяжело предположить, как поведет себя вся система в реальных условиях работы. Появляется необходимость в расчетах и оценках риска аварий в определенных ситуациях. Моделирование гидравлических сетей современных производственных предприятий играет очень важную роль для разработки систем безопасности и предупреждения аварий на производстве. Чтобы устроить стресс-тест технологической системы для проверки систем безопасности и предупреждения аварий – необходимо запускать дорогостоящий процесс «в холостую». Для удешевления продукции и обеспечения максимальной точности систем безопасности и предотвращения аварий, используются автоматизированные системы контроля состояния гидравлических сетей структурно-сложных технологических систем[1].

Гидравлическая сеть – двудольный граф, состоящий из ребер, узлов и вершин. В контексте технологической схемы, элементы ориентированного графа олицетворяют следующие связи: вершина – объект технологической схемы, объём которого значительно больше объема трубопровода (резервуар, емкость и т.д.); узел – объект технологической схемы, объем которого сопоставим с объемом трубопровода (смеситель, коллектор и т.д.); ребро – объект технологической схемы, который соединяет узлы и вершины (трубопровод). Двудольный граф – это обозначаящий граф, множество вершин которого можно разбить на две части таким образом, что каждое ребро графа соединяет какую-то вершину из одной части с какой-то вершиной другой части [2].

Математическое моделирование физико-химических процессов, протекающих в элементах структурно-сложных технологических систем – цифровая интерпретация производства, расчет переменных состояния объектов технологической схемы с целью его детального изучения[3].

Метод формирования представления гидравлической сети, используя схематическое представление технологической системы, строго формализован и однозначен. Разработан алгоритм автоматического формирования гидравлической сети, который включает последовательность операций по

созданию связей для обмена информацией технологической схемы и ориентированного графа (рис. 1).

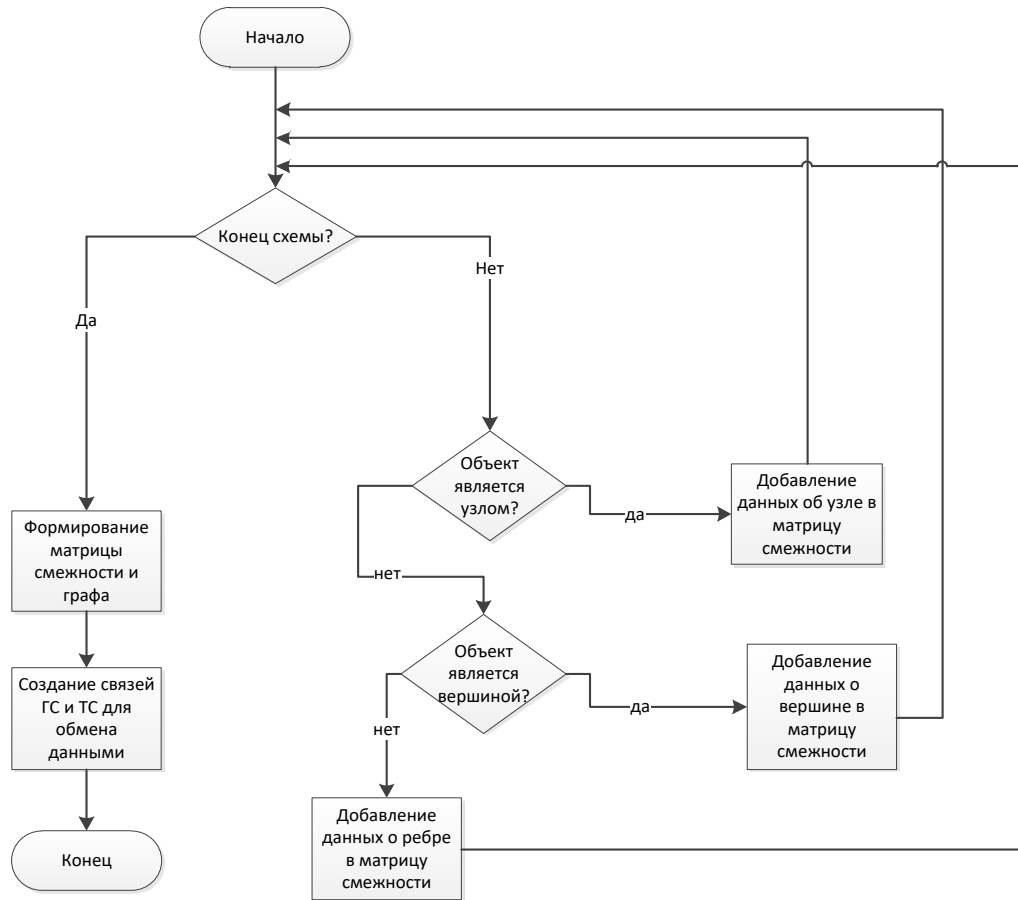


Рис. 1

**Выводы.** Повсеместное развитие технологий приводит к развитию промышленности и к её усложнению. Модернизируется весь перечень используемых в них аппаратов, что приводит к расширению перечня возможных неисправностей оборудования. Поэтому необходимо постоянно разрабатывать новые или модернизировать уже существующие методы контроля состояния, что не просто устраняет возникающие неполадки, но и успешно предупреждает их. Предлагаемый метод систематизирует знания моделирования технологических процессов и гидравлических сетей, исключает ведение дополнительных расчетов для процесса контроля состояния.

#### Список використаних джерел

1. Алексеева Т. В., Бабанская В. Д., Башта Т.М. и др. Техническая диагностика гидравлических приводов. М.: Машиностроение. 1989г. - 263 с.
2. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. Пер. с англ. - М.:Мир,1981г. - 328 с.
3. Математические модели и моделирование объектов машиностроительного производства: учебное пособие, Поляков С.А., Издательство Московского государственного открытого университета 2011г. - 104 с.

УДК 517.958:52

<sup>1</sup>О.О. Ситник

кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри електротехнічних систем

<sup>2</sup>С.Ю. Протасов

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електротехнічних систем

<sup>3</sup>К.М. Ключка

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електротехнічних систем

<sup>1-3</sup>Черкаський державний технологічний університет, місто Черкаси

## ІНТЕГРАЛЬНИЙ МЕТОД ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ ГРАДІЄНТНИХ ДАВАЧІВ ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Задача побудови моделей давачів теплових потоків має важливе значення для багатьох експериментальних досліджень і технологічних процесів. Слід зазначити, що підходи для розв'язання вищезгаданої задачі пов'язані із значними аналітичними та алгоритмічними труднощами, оскільки в градієнтних давачах теплових потоків використовують багатошарові неоднорідні матеріали, властивості яких погано ідентифікуються [1, 2].

У реальних умовах вимірювання градієнтні давачі теплових потоків зазвичай поміщають у захисну оболонку, тому вони є складною системою, що складається з ядра, тобто власне чутливого елемента, та захисного шару. Залежно від властивостей цієї оболонки динамічні характеристики давача можуть істотно змінюватися. Якщо припустити, що оболонка однорідна за своїми фізичними властивостями, а також в ній, як і усередині первинного вимірювального елемента, відсутні градієнти температури, то динамічні властивості такого об'єкта можна описати у вигляді звичайного диференціального рівняння [3].

Відомо, що не для будь-якого давача вдається скласти диференціальне рівняння, яке адекватно описує його динамічні властивості [4]. Основна проблема, що виникає при цьому обумовлена, як правило, відсутністю досить повної методики, яка б дозволяла достатньо описати структуру (порядок диференціального рівняння, вигляд ядра інтегральної моделі тощо), і оцінити значення параметрів моделей. Визначення коефіцієнтів диференціального рівняння за експериментальними даними, що вимірюються з деякою похибкою, є важливою задачею математичного моделювання. У зв'язку з цим, доцільним є підхід до розв'язання даної задачі, що полягає в розрахунку параметрів інтегральної моделі еквівалентної диференціальному рівнянню.

**Короткий виклад основного матеріалу.** У доповіді розглядається інтегральний метод побудови моделі давача за виміряними вхідними  $f(t)$  і вихідними  $y(t)$  сигналами. Приймаємо, що модель градієнтного давача має перший порядок. В даному випадку функціонал має вигляд

$$\phi = \sum_{i=1}^n \left[ y(t_i) + q \int_0^{t_i} y(s) ds - \int_0^{t_i} y(s) t(s) ds - c_0 \right]^2. \quad (1)$$

Звідси, відповідно до методу найменших квадратів та враховуючи, що  $c_0 = 0$ , маємо

$$\frac{\partial \phi}{\partial q} = 2 \sum_{i=1}^n \left[ y(t_i) + q \int_0^{t_i} y(\tau) d\tau - \int_0^{t_i} y(\tau) d\tau \right] \int_0^{t_i} y(\tau) d\tau = 0.$$

Для невідомого параметру отримуємо розрахунковий вираз

$$q = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \int_0^{t_i} f(\tau) d\tau - y(t_i) \int_0^{t_i} y(\tau) d\tau \right]}{\sum_{i=1}^n \left[ \int_0^{t_i} y(\tau) d\tau \right]^2}. \quad (2)$$

Обчислюючи інтеграли  $\int_0^{t_i} f(\tau) d\tau$  та  $\int_0^{t_i} y(\tau) d\tau$ , знаходимо значення невідомого параметра  $q$ . Підставивши знайдене значення параметра (2) і реалізуючи еквівалентну інтегральну модель, отримуємо значення вихідного сигналу в точках вимірювання.

**Висновки.** Числові експерименти на ЕОМ показали, що найбільш точно ( $\delta < 8\%$ ) динамічні властивості градієнтного давача описує модель другого порядку із значеннями параметрів  $q_1 = 0,0075$ ,  $q_2 = 0,1197$ ,  $q_3 = 0,0671$ , що добре узгоджується з експериментом.

#### Список використаних джерел

1. Остапенко Ю. О. Ідентифікація і моделювання технологічних об'єктів керування / Ю. О. Остапенко. – Київ: Задруга, 1999. – 420 с.
2. Сытник А. А. Применение интегральных динамических моделей при решении задачи идентификации параметров электрических цепей / А. А. Сытник, К. Н. Ключка, С. Ю. Протасов // Известия Томского политехнического университета. – 2013. - Т. 322. – № 4 : Энергетика. - С. 103-106.
3. Грановский В. А. Динамические измерения: Основы метрологического обеспечения. / В. А. Грановский. – Ленинград: Энергоатомиздат., 1984. – 224 с.
4. Трудоношин В. А. Математические модели технических объектов / В. А. Трудоношин, Н. В. Пивоварова. – Минск: Высшая школа, 1988. – 159 с.

УДК УДК 004.023

<sup>1</sup>**Н.А. Соколова**

Д.т.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики та управління проектами

<sup>2</sup>**О.В. Соколова**

К.т.н., доцент кафедри економічної кібернетики та управління проектами

<sup>1,2</sup>*Херсонський національний технічний університет, м. Херсон*

## ЗАСТОСУВАННЯ МУРАШИНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ КЕРІВНИЦТВА ЛОГІСТИЧНОЇ ФІРМИ

**Вступ.** Застосування СППР у сфері транспортної логістики має за мету оптимізацію витрат на доставку товару. Існуючі алгоритми автоматизованого планування вантажоперевезень не здатні знайти точне рішення або вимагають занадто великий час роботи алгоритму для пошуку ефективних рішень. ГІС, які використовуються для побудови та візуалізації маршрутів транспорту, мають ряд особливостей і задовольняють лише певні вимоги клієнта. Актуальність дослідження зумовлено великою складністю і розмірністю задач маршрутизації, а також виникненням нових верифікацій.

Завдання вирішується для логістичної компанії (місце розташування - Херсонська область), види діяльності: оптова та роздрібна торгівля пивом, безалкогольними напоями та супутніми продуктами. На фірмі працює близько 100 торгових працівників (ТП), для яких потрібно розробити оптимальні шляхи на кожен з п'яти робочих днів. Критерій оптимальності визначається мінімальним сумарним кілометражем шляху кожного ТП. Пункти, з яких починається маршрут і в яких він закінчується, для кожного ТП задається індивідуально. На КПК (смартфоні) повинна бути можливість візуалізації карти шляху, та перевірки зарахування візиту до торгівельної точки. Для супервайзера необхідно створити можливість контролю ТП в Online-режимі.

Рішення поставленої задачі здійснюється в два етапи. На першому етапі вирішується завдання розбиття регіону на компактні зони обслуговування - напрямки (групування об'єктів-одержувачів для кожного маршруту). Це - задача кластеризації. На другому етапі вирішується завдання знаходження оптимального за відстанню порядку об'їзду пунктів для кожного маршруту (задача маршрутизації).

Запропоновано метод вирішення поставленої задачі з використанням алгоритму мурашиної колонії. Об'єктом оптимізації є масив маршрутів об'їзду точок замовників парком вантажних автомобілів з фіксованою вантажопідйомністю. Запропоновано алгоритм із застосуванням двох типів мурах для оптимізації двох цільових функцій:

$$F_1(v) = v \rightarrow \min \quad (1)$$

$$F_2(X) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N C_{ij} \cdot X_{ij} \rightarrow \min \quad (2)$$

де  $C_{ij}$  - матриця відстаней,  $X_{ij}$  - матриця переходів,  $v$  - кількість автомобілів. Перший тип пов'язує точки доставки з автомобілем (кластеризація), а далі інший

тип мурах визначає оптимальний маршрут, мінімізуючи загальну довжину маршруту. Ініціалізуємо стежки, використовуючи початкове рішення, процедура якого складається з двох стадій: 1) клієнти випадковим чином зв'язуються один за іншим з автомобілями з заданою кількістю ( $v$ ), нехтуючи вантажопідйомністю; 2) створюється маршрут для кожного автомобіля, ітеративно додаючи пов'язаних клієнтів.

Потужністю стежки автомобільного мурахи є ймовірність для клієнта  $i$ , що він буде обслугований автомобілем  $k$ . Потужністю стежки маршрутного мурахи є ймовірність відвідування клієнта  $j$  відразу після клієнта  $i$ .

На кроці створення рішення мурахою відбувається зв'язування точок з автомобілями за умови, що вантажопідйомність автомобіля не буде перевищено. Нехай  $n$  - кількість клієнтів,  $l$  - множина ще не обслугованих клієнтів,  $S_k$  – множина клієнтів яких обслуговує автомобіль  $k$ ,  $v$  - кількість автомобілів,  $Q$  - вантажопідйомність кожного автомобіля,  $AC_k$  - доступна вантажопідйомність автомобіля  $k$ . Розроблено алгоритм зв'язування точок з автомобілями.

Автомобіль, який обслуговуватиме клієнта  $i$ , визначається за (3):

$$p_{ik} = \begin{cases} \frac{[\tau_{ik}]^{\lambda_1} \cdot [\eta_k]^{\beta_1}}{\sum_{h \in \Psi} [\tau_{ih}]^{\lambda_1} \cdot [\eta_h]^{\beta_1}}, & \text{якщо } k \in \Psi \\ 0, & \text{якщо } k \notin \Psi \end{cases}, \quad (3)$$

де  $\eta_k = \frac{AC_k}{Q}$ ,  $l_{ik}$  - локальна видимість, яка визначає привабливість клієнта для даного автомобіля. Параметри  $\tau$ ,  $\eta$  відображають відносний вплив потужності стежки та локальної видимості. Коли автомобіль обраний, значення  $AC_k$  оновлюється, а клієнт додається до множини  $S_k$ .

На кроці створення маршруту для кожного автомобіля після того, як точки пов'язані з автомобілями, відбувається вирішення задачі комівояжера для кожного автомобіля. Мураха починає рух зі складу і послідовно будує рішення шляхом вибору наступного клієнта  $j$  з множини доступних клієнтів, Визначається привабливість  $\xi_{ij}$  відвідування клієнта  $j$  відразу після клієнта  $i$ . Імовірність переходу від клієнта  $i$  до клієнта  $j$  визначається за формулою (4):

$$p_{ik} = \begin{cases} \frac{\xi_{ij}}{\sum_{l \in Re} \xi_{il}}, & j \in Re \\ 0, & j \notin Re \end{cases} \quad (4)$$

Дія триває, поки не буде знайдений маршрут, а потім повторюється для решти автомобілів.

**Висновки.** Таким чином, керівництву логістичної фірми запропоновано модуль СППР, якій складається з алгоритму мурашиної колонії з локальним пошуком та ГІС OSRM і дозволяє знайти множину «хороших» розв'язків і видати рекомендації для особи, що приймає рішення для побудови маршрутів торгових представників та вантажного транспорту.

УДК 004.9:338

**П.М. Сорока**

Кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри інтелектуальних та інформаційних систем

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ*

## **ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВА РІШЕНЬ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ЗАДАЧ**

Особа, що приймає рішення (ОПР), досить часто повинна приймати рішення в умовах невизначеності. З метою зниження невизначеності при прийнятті рішень використовується статистична теорія прийняття рішень, яка передбачає побудову дерева рішень задачі і використання його для вибору оптимального чи раціонального рішення.

Корисність означає ступінь задоволення, яке отримує суб'єкт від споживання товару або виконання якої-небудь дії. З точки зору особи, що приймає рішення, корисність управлінського рішення полягає у виборі найбільш адекватного зовнішнім і внутрішнім умовам розвитку підприємства рішення. Статистична теорія прийняття рішень пропонує способи аналізу таких проблем і допомагає ОПР зробити раціональний вибір. Будь-яка проблема прийняття рішень в умовах невизначеності має наступні дві характеристики:

- ОПР повинна робити вибір або, можливо, послідовність виборів із декількох альтернативних варіантів дії;
- вибір веде до певного результату, але ОПР не в змозі точно передбачити цей результат, оскільки він залежить від непередбачуваної події або послідовності подій, а також і від самого вибору.

Метод вибору рішень за допомогою «дерева рішень» передбачає графічну побудову варіантів рішень. Гілкам дерева ставлять у відповідність суб'єктивні та об'єктивні оцінки можливих подій. Рухаючись вздовж побудованих гілок оцінюють кожен шлях, як правило на основі теорії ймовірностей, і з усіх можливих оцінок вибирають найбільш ймовірний варіант дій. При цьому кількісну оцінку одержує кожен варіант.

Дерево рішень є найзручнішим способом подання такої серії альтернатив з наступним вибором найбільш прийнятних. Воно дає змогу розділити велику складну проблему на серію дрібніших проблем.

Дерево рішень є графічним підходом до аналізу рішень в умовах невизначеності. Воно представляє задачу раціонального рішення як послідовності альтернатив, кожна із яких відображається розгалуженням дерева. Виділяють два типи розгалужень дерева рішень: гілка рішення і гілка шансу (події). Гілка рішення – це розгалуження, яке відображає альтернативу, де рішення приймає ОПР. Звичайно гілку рішень графічно зображають у вигляді невеликого квадрату. Гілка шансу (події) – це розгалуження, яке відповідає альтернативі, де шанс вибирає результат, тобто зовнішні фактори визначають, яка з можливих випадкових подій відбудеться. Гілку подій графічно зображають у вигляді лінії (ламаної прямої).

Кожна гілка подій представляє можливий результат, а число  $p_i$ , що асоціюється з кожною гілкою, являє собою ймовірність, з якою дана подія відбувається.




Для практичної ілюстрації застосування дерева рішень в умовах невизначеності розглянемо наступну задачу: Керівництво підприємства має вирішити, створювати для випуску нової продукції велике підприємство, мале підприємство чи продати патент. Розмір виграшу, що може одержати підприємство, залежить від сприятливого чи несприятливого стану ринку, що оцінюються рівноймовірно (табл. 1).

Таблиця 1

Номер варіанта	Дії керівництва підприємства	Виграш підприємства в грн. залежно від стану ринку	
		Сприятливий	Несприятливий
1	Створення великого підприємства	400 000	-300 000
2	Створення малого підприємства	200 000	-50 000
3	Продаж патенту	50 000	50 000

Потрібно вибрати оптимальний варіант для підприємства.

#### Розв'язання.

На основі даних таблиці побудуємо дерево рішень (рис. 1). На цьому рисунку використані такі позначення:  – рішення приймає керівництво підприємства (ОПР);  – рішення приймається випадково;  – обране рішення.

Середній очікуваний виграш для кожного можливого варіанта дій керівництва підприємства оцінюємо як звичайне математичне сподівання. Ймовірності обох станів ринку оцінюються рівноймовірно, тобто по 0,5.

У нашій задачі (рис.1) середній очікуваний виграш при створенні великого підприємства дорівнює 50 тис. грн., малого підприємства 75 тис. грн. Продаж патенту дає 50 тис. грн. Таким чином, можна зробити висновок, що за цих умов, доцільніше будувати мале підприємство, так як в даному випадку середній очікуваний виграш буде максимальним.

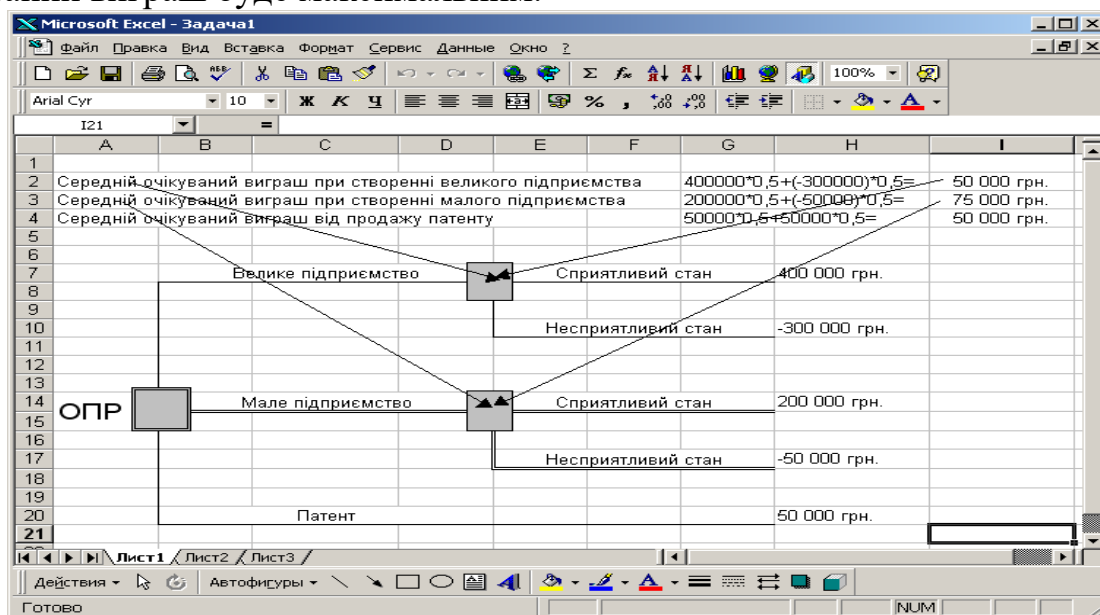


Рис. 1. Дерево рішень задачі



УДК 004.9

**І.В. Степенко**

студент

**О.В. Єгорова**

Асистент кафедри інформаційних технологій проектування

*Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси*

### **РОЗРОБКА ANDROID-ДОДАТКУ ДЛЯ АВТОСАЛОНУ**

Підвищення ефективності функціонування будь-якої компанії пов'язане з необхідністю підвищення якості обробки інформації, її аналізу та прогнозування з метою створення передумов прийняття ефективних управлінських рішень. Винятком не є і автомобільні салони.

Існуючі android-додатки [1–4], які використовуються автосалонами, переважно орієнтовані на підтримку зворотного зв'язку із клієнтами та проведення комунікативних компаній, що не дозволяє використовувати їх потенційні можливості для автоматизації документообігу та управління підприємством. Наблизити android-додатки до практичних потреб підприємств можна шляхом розробки окремого додатку, який буде працювати з існуючою автоматизованою системою управління підприємством як клієнт-серверний додаток. Проте, для розробників android-додатків не існує єдиного засобу розробки подібних застосунків, тому більшість функцій потрібно реалізовувати власноруч.

При розробці android-додатку для автосалону необхідно розв'язати задачі надсилання запитів до серверу, обробки відповідей, кешування та коректного відображення отриманих даних. Функціональну частину мережевої взаємодії раціонально реалізувати за допомогою бібліотеки «Retrofit», яка дозволяє швидко та просто програмно будувати і надсилати власні HTTP запити до веб-серверу. Для збереження актуальної інформації на android -пристроях під час роботи застосунку offline необхідно створити базу даних. Як правило, в android-додатках використовують компактну реляційну базу даних SQLite. Проте, для забезпечення високої швидкодії доцільно використати базу даних Realm, оскільки вона надає вдвічі більшу швидкість при запитах вибору, вставки та редагування. Для відображення даних будуть використані компоненти стандартної бібліотеки Android. Такими чином, в доповіді буде представлено нове технічне рішення для автосалону.

#### **Список використаних джерел**

1. Сторінка додатку AnyDealer [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [\www/http://techinform.pro/anydealer\\_app](http://techinform.pro/anydealer_app)
2. Сторінка додатку AntonCars [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [\www/https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.antoncars&hl=ru](https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.antoncars&hl=ru)
3. Сторінка бібліотеки Retrofit [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [\www/http://square.github.io/retrofit/](http://square.github.io/retrofit/)
4. Сторінка бази даних Realm [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [\www/https://realm.io/news/realm-for-android/](https://realm.io/news/realm-for-android/)

УДК 519.853.3

<sup>1</sup> П.І. Стецюк

Д.ф.-м.н., с.н.с., завідувач відділу

<sup>2</sup> В.О. Стовба

Аспірант

<sup>1,2</sup> Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ

## МЕТОД ЕЛІПСОЇДІВ ДЛЯ ЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЇ

**Вступ.** Розглянемо наступну задачу опуклого програмування: знайти

$$f_p^* = f_p(\theta_p^*) = \min_{\theta \in R^n} \left\{ f_p(\theta) = \|A\theta - b\|_p \right\}, \quad (1)$$

за обмежень

$$\|\theta - \bar{\theta}\| \leq r, \quad (2)$$

де  $A$  –  $m \times n$ -матриця,  $b \in R^m$  –  $m$ -вимірний вектор,  $\theta \in R^n$  –  $n$ -вимірний вектор невідомих параметрів,  $\bar{\theta}$  – центр кулі радіуса  $r$ , в якій локалізовано  $\theta_p^*$  – розв'язок задачі (1)–(2). Тут  $p \in R$  – скалярний параметр ( $p \geq 1$ ), який для вектора  $y = A\theta - b = (y_1, \dots, y_m)^T$  визначає  $L_p$  норму  $P_{yP_p} = \left( \sum_{i=1}^m |y_i|^p \right)^{1/p}$ . Випадок  $p = \infty$  визначається як  $P_{yP_\infty} = \max_{i=1, \dots, m} |y_i|$ .

До задачі (1)–(2) зводиться знаходження параметрів лінійної регресії. При цьому задача (1)–(2) відповідає методу найменших квадратів, якщо  $p = 2$ , методу найменших модулів, якщо  $p = 1$ , мінімаксному (чебишевському) методу, якщо  $p = \infty$ .

**Алгоритм знаходження  $\theta_p^*$ .** Алгоритм ґрунтується на методі еліпсоїдів, розробленому Н.З. Шором в статті [1]. Вхідними параметрами алгоритму є величина  $p \geq 1$ , яка визначає  $L_p$  норму в (1), та величина  $\varepsilon_f > 0$  – точність, з якою необхідно знайти значення  $f_p^* = f_p(\theta_p^*)$ .

Враховуючи наведене вище, алгоритм знаходження  $\theta_p^*$  набуває вигляду.

**Ініціалізація.** Покладемо стартову точку  $\theta_0 = \bar{\theta}$  і початковий радіус  $r_0 = r$ . Розглянемо  $n \times n$ -матрицю  $B$  і покладемо  $B_0 := I_n$ , де  $I_n$  – одинична  $n \times n$ -матриця. Перейдемо до першої ітерації зі значеннями  $\theta_0$ ,  $r_0$  и  $B_0$ .

Нехай на  $k$ -й ітерації знайдені значення  $\theta_k \in R^n$ ,  $r_k$ ,  $B_k$ . Перехід до  $(k+1)$ -ї ітерації полягає у виконанні такої послідовності дій.

**Крок 1.** Обчислимо  $f_p(\theta_k)$ . Якщо  $f_p(\theta_k) = 0$ , то "Зупинка:  $k^* = k$  і  $\theta_p^* = \theta_k$ ".

Інакше обчислимо  $g_p(\theta_k)$  – субградієнт функції  $f_p(\theta)$  в точці  $\theta_k$  по формулі

$$g_p(\theta_k) = (\|A\theta_k - b\|_p)^{1-p} \sum_{j=1}^m \left( \operatorname{sgn}(a_j \theta_k - b_j) \cdot |a_j \theta_k - b_j|^{p-1} a_j^T \right),$$

де  $a_j$  – вектор-рядок матриці  $A$  з номером  $j$ ,  $j=1, \dots, m$ .

Якщо  $r_k \|B_k^T g_p(\theta_k)\| \leq \varepsilon_f$ , то "Зупинка:  $k^* = k$  і  $\theta_p^* = \theta_k$ ". Інакше переходимо до кроку 2.

**Крок 2.** Покладемо  $\xi_k := \frac{B_k^T g_p(\theta_k)}{\|B_k^T g_p(\theta_k)\|}$ .

**Крок 3.** Обчислимо чергову точку

$$\theta_{k+1} := \theta_k - h_k B_k \xi_k, \quad \text{де} \quad h_k = \frac{1}{n+1} r_k.$$

**Крок 4.** Обчислимо

$$B_{k+1} := B_k + \left( \sqrt{\frac{n-1}{n+1}} - 1 \right) (B_k \xi_k) \xi_k^T \quad \text{і} \quad r_{k+1} := r_k \frac{n}{\sqrt{n^2-1}}.$$

**Крок 5.** Переходимо до  $(k+1)$ -ї ітерації зі значеннями  $\theta_{k+1}$ ,  $r_{k+1}$ ,  $B_{k+1}$ .

Збіжність методу забезпечує наступна теорема.

**Теорема.** Послідовність точок  $\{\theta_k\}_{k=0}^{k^*}$  задовільняє нерівностям

$$\|B_k^{-1}(\theta_k - \theta_p^*)\| \leq r_k, \quad k = 0, 1, 2, \dots, k^*$$

На кожній ітерації  $k > 0$  величина зменшення об'єму еліпсоїда  $E_k = \{\theta \in R^n : \|B_k^{-1}(\theta_k - \theta)\| \leq r_k\}$ , локалізуючого  $\theta_p^*$ , є величиною сталою і рівною

$$q = \frac{\operatorname{vol}(E_k)}{\operatorname{vol}(E_{k-1})} = \sqrt{\frac{n-1}{n+1}} \left( \frac{n}{\sqrt{n^2-1}} \right)^n < \exp\left\{-\frac{1}{2n}\right\} < 1.$$

**Висновки.** Алгоритм знаходження  $\theta_p^*$  можна успішно застосовувати для випадку, коли кількість змінних  $n = 2 \div 10$ . Для зменшення в 10 разів об'єму еліпсоїда, в якому локалізовано точку  $\theta_p^*$ , потрібно  $K$  ітерацій, де

$K = -\frac{\ln 10}{\ln q} \approx (2 \ln 10)n \approx 4.6n$ , тобто, щоб на порядок покращити відхилення

знайденого рекордного значення функції  $f_p(\theta_p)$  від її оптимального значення  $f_p^*$  потрібно зробити  $4.6n^2$  ітерацій.

#### Список використаних джерел

1. Шор Н.З. Метод отсечения с растяжением пространства для решения задач выпуклого программирования [Текст] / Н.З. Шор // Кибернетика. – 1977. – № 1. – С. 94–95.

УДК 004.67

<sup>1</sup> **В.А. Струзік**

аспірант

<sup>2</sup> **С.В. Грибков**

к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем

<sup>1,2</sup> *Національний університет харчових технологій, Київ*

## РОЗРОБКА МОДУЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНКИ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПІДПРИЄМСТВА

**Вступ.** Будь-яке сучасне підприємство не можливо представити без розвиненої мережевої інфраструктури, тому-що забезпечує стабільну роботу виробничо-технологічного комплексу й ведення бізнесу. Ефективно організована мережева інфраструктура забезпечує наступні конкурентні переваги: прозорість у керуванні та контролі виконання усіх бізнес-процесів; оперативний контроль з мінімізацією часу та бюрократичних перешкод; оперативний зв'язок між співробітниками в реальному часі; розподілений доступ до всіх інформаційних ресурсів підприємства; ведення електронних комерційних операцій. Доволі часто виникає потреба у оцінки ефективності існуючої інфраструктури або запропонованих підходів її модернізації.

**Результати та обговорення.** Авторами була розроблено модуль інтелектуального аналізу даних з використанням засобів Business Intelligence Microsoft, а саме MS Analysis Services та MS Visual Studio для обробки статистичної інформації по використанню та навантаженні різних мережевих інфраструктур отриманої від декількох українських фірм. В модулі використовувались методи дерева рішень та нейронних мереж. За рахунок використання дерева рішень стало можливим наочно виявити завантажені вузли та модулі систем, що мають більше всього звернень від користувачів. Це дало змогу виявити та оцінити вузли та елементи мережі, що потребують модернізації з технічної та програмної сторони. Використання методу нейронної мережі використано для прогнозування навантаження на складові корпоративної системи та мережі в цілому, при реструктуризації та перерозподілі обов'язків окремих структурних підрозділів окремо та всього підприємства в цілому.

**Висновки.** Створений авторами модуль дасть можливість швидко та наочно визначити проблеми існуючої мережі, а також дасть можливість спрогнозувати основні характеристики роботи подібної мережі. Необхідно відмітити, що при зміні програмно-технічного комплексу в якості вхідних статичних даних, для тренування модуля необхідно брати, інформацію з подібного офісу для повної адекватності прогнозу.

### Список використаних джерел

1. Бергер А. В. Microsoft SQL Server 2005 Analysis Services. OLAP и многомерный анализ данных [Текст] / А. В. Бергер. — СПб. : БХВ-Петербург, 2007. — 928 с.

УДК 621.391.1

<sup>1</sup> **М.И. Струкало**

К.т.н., профессор, УНИ Инфокоммуникаций и программной инженерии

<sup>2</sup> **С.М. Горелик**

Ст. преподаватель, УНИ Компьютерных технологий, автоматизации и логистики

<sup>3</sup> **В.Л. Мигель**

Магистрант, УНИ Инфокоммуникаций и программной инженерии

<sup>1-3</sup> *Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова*

## МЕТОД РАСЧЕТА СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ТРАФИКА ПРИЛОЖЕНИЙ В КАНАЛЕ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ СИСТЕМ

**Введение.** Эффективная передача информации в мультисервисной сети зависит от баланса между загрузкой ресурсов сети трафиком приложений и качеством его обслуживания. На скорость передачи трафика в канале этой сети влияет не только мультисервисность трафика разнотипных приложений пользователя, но и служебный трафик протоколов взаимодействующих систем.

Процессам передачи информации, анализу и оценке трафика приложений взаимодействующих систем посвящено много работ. Эти работы касались, например, моделирования взаимодействия систем [1], вероятностно-временных методов анализа трафика [2], оценки служебной информации протоколов [3] и трафика IP-телефонии [4]. Однако, общий метод расчета интенсивности трафика разнотипных приложений в канале пакетной сети не рассматривался.

*Цель работы* – разработка метода расчета скорости передачи трафика в канале взаимодействующих систем, созданного разнотипными приложениями.

**Типы трафика приложений.** Приложения пользователя мультисервисной сети ориентированы на различные типы сервисов, например, интерактивные сервисы Web, видео или аудио конференций и традиционные сервисы передачи файлов, e-mail, изображений, аудио треков. Трафик этих приложений может быть двухсторонним и односторонним. По скорости передачи двухсторонний трафик приложения может быть асимметричным и симметричным. Приложения пользователя могут продуцировать как отдельные блоки данных (кадры, пакеты) разной длины (изохронный трафик), так и непрерывные потоки блоков данных, как правило, одинаковой длины (поточковый трафик).

**Расчет скорости передачи трафика приложения.** Основным показателем интенсивности трафика приложения является скорость передачи информации. Учитывая, что  $i$ -тое приложение (application) системы за время  $T$ , обычно  $T = 1$  с, может продуцировать  $\chi_{app\ i}$  блоков данных, аналогично [4], рассчитаем скорость передачи полезной (useful) информации  $i$ -го приложения

$$R_{use\ \chi} = \chi_{app\ i} R_{use\ i}, \quad (1)$$

где  $R_{use\ i}$  – скорость передачи битов полезной информации  $I_{use\ i}$  в одном блоке данных  $i$ -го приложения, функционирующем на уровне  $m+1$  системы.

**Расчет скорости передачи служебного трафика протоколов.** Основной задачей мультисервисной сети является доставка адресату трафика приложения с приемлемым качеством. Для решения этой задачи используется совокупность протоколов системы, которые при доставке данных приложения добавляют в пакет служебную информацию, что продуцирует служебный (избыточный) [3] трафик. Объем служебной информации стека протоколов системы (system) в пакете  $i$ -го приложения, который формируется между уровнями  $m$  и  $n = 1$  системы, можно рассчитать по формуле [1]

$$\Delta I_{\text{sys}i} = \sum_{k=0}^{m-n} \Delta I^{(m-k)}, \quad (2)$$

где  $\Delta I^{(k)}$  – количество служебной информации протокола  $k$ -го уровня системы в пакете,  $m \geq k \geq n$ .

Аналогично [4], рассчитаем скорость передачи служебной информации протоколов  $\Delta I_{\text{sys}i}$  в потоке  $\chi_{\text{app}i}$  пакетов  $i$ -го приложения на выходе системы

$$\Delta R_{\text{sys}\chi} = \chi_{\text{app}i} q_i (\Delta R_{\text{sys}i} + \Delta R_{\text{IGP}}) / g, \quad (3)$$

где  $q_i$  количество фрагментных пакетов, полученных при фрагментации данных  $i$ -го приложения;  $\Delta R_{\text{sys}i}$  – скорость передачи служебной информации  $\Delta I_{\text{sys}i}$  бит в пакете;  $\Delta R_{\text{IGP}}$  – скорость передачи  $\Delta I_{\text{IGP}}$  бит пограничных флагов пакета или межпакетного промежутка IGP;  $g$  – количество агрегатных пакетов.

**Расчет интенсивности трафика системы.** Суммируя (1) и (3) получим формулу расчета скорости передачи данных приложения на выходе системы

$$R_{\text{app}i} = \chi_{\text{app}i} R_{\text{use}i} + \chi_{\text{app}i} q_i (\Delta R_{\text{sys}i} + \Delta R_{\text{IGP}}) / g, \quad (4)$$

**Выводы.** Метод расчета интенсивности трафика  $i$ -го приложения в канале сети учитывает функции продуцирования приложением потока пакетов, основные процедуры протоколов – агрегацию и фрагментацию пакетов, объемы информации приложения и стека протоколов системы в передаваемом пакете.

#### Список использованных источников

1. Воробийченко П.П. Моделирование процессов формирования служебной информации при передаче данных в сетях с коммутацией пакетов [Текст] / П.П. Воробийченко, М.И. Струкало, И.Ю. Рожновская, С.М. Струкало // Наукові праці ОНАЗ. – 2009. – № 1. – С. 3-12.
2. Ложковский А.Г. Аналіз методів оцінки процесів передачі мультимедійного трафіка в мережі масового обслуговування [Текст] / А.Г. Ложковский, В.В. Кулешова // Наукові праці ОНАЗ. – 2016. – № 2. – С. 67-71.
3. Струкало М.І. Аналіз надлишкової інформації комунікаційних протоколів систем у магістральних IP мережах [Текст] / М.І. Струкало, С.М. Горелік // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 1/9 (55). – С. 42-47.
4. Струкало М.І. Аналіз завантажень каналів систем IP телефонії агрегатними голосовими пакетами [Текст] / М.І. Струкало, І.М. Струкало, О.О. Шахов // Інфокомунікації – сучасність та майбутнє: третя міжнародна наук.-практ. конф. молодих вчених: 17-18 жовтня 2013 р.: збірник тез Ч.1. – Одеса, ОНАЗ, 2013. – С. 74-78.

УДК 004.9

**С.О. Субботін**

д.т.н., професор, завідувач кафедри програмних засобів

Запорізький національний технічний університет, м. Запоріжжя

**МЕТОД АНАЛІЗУ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИБІРОК ДЛЯ ПОБУДОВИ ДІАГНОСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВІ МАСОВОЇ РОЗМІРНОСТІ**

**Вступ.** У задчах скорочення розмірності даних актуальною проблемою є створення показників, що характеризують властивості вибірок [1]. Метою даної роботи було створення методу визначення показників якості вибірок на основі масової розмірності [2].

**Метод оцінювання властивостей вибірок.** Розглянемо розбиття простору ознак на компактні області – кластери однакового розміру і форми. Кожен кластер буде містити близько розташовані екземпляри, що мають подібні значення описових ознак. Очевидно, що варіюючи розмір кластера, ми одержимо різні рівні деталізації вибірки. Даний принцип відповідає принципу масової розмірності [2] та покладено в основці пропонованого методу оцінювання характеристик вибірок.

**Етап ініціалізації.** Задати нормовану вибірку  $\langle x, y \rangle$  – набір  $S$  прецедентів про залежність  $y(x)$ ,  $x = \{x^s\}$ ,  $y = \{y^s\}$ ,  $s = 1, 2, \dots, S$ , що характеризуються набором  $N$  вхідних ознак  $\{x_j\}$ ,  $j = 1, 2, \dots, N$ , де  $j$  – номер ознаки, і вихідною ознакою  $y$ . Кожен  $s$ -й прецедент подамо як  $\langle x^s, y^s \rangle$ ,  $x^s = \{x_j^s\}$ , де  $x_j^s$  – значення  $j$ -ї вхідної, а  $y^s$  – значення вихідної ознаки для  $s$ -го прецедента (екземпляра) вибірки,  $y^s \in \{1, 2, \dots, K\}$ , де  $K$  – кількість класів,  $K > 1$ . Задати одиничний радіус  $r$ :  $0 < r < 1$ .

**Етап аналізу класів.** Для кожного класу  $k=1,2,\dots,K$ : знайти центр мас  $k$ -го класу  $C^k = \{C_j^k\}$  серед усіх наявних у вибірці екземплярів даного  $k$ -го класу:  $C_j^k = S^{-k} \sum_{s=1}^S \{x_j^s | y^s = k\}$ ,  $j = 1, 2, \dots, N$ ; установити номер поточного кластера  $k$ -го класу  $q=1$ ; виконати етап аналізу  $q$ -го кластера.

**Етап аналізу  $q$ -го кластера:** якщо поточний кластер виявився порожнім (не містить екземплярів  $k$ -го класу), то прийняти як центр поточного кластера найбільш віддалений від поточного центра екземпляр того ж класу; у зоні, що відстоїть від центра  $k$ -го класу не більше ніж на  $r$ , знайти відстані між екземплярами відповідного класу:

$$R^{k,q}(s, p) = \sqrt{\sum_{j=1}^N \left\{ (x_j^s - x_j^p)^2 \mid R(x^s, C^{k,q}) \leq r, R(x^p, C^{k,q}) \leq r, y^s = y^p = k \right\}}, \quad \text{де}$$

$$R(x^s, C^{k,q}) = \sqrt{\sum_{j=1}^N (x_j^s - C_j^{k,q})^2}, \quad s = 1, 2, \dots, S, p = s+1, s+2, \dots, S; \text{ визначити середнє } \bar{R}$$

відстаней

$$\bar{R} = \frac{1}{S(S-1)} \sum_{s=1}^S \left\{ \sum_{p=s+1}^S \left\{ R^{k,q}(s, p) \mid R(x^p, C^{k,q}) \leq r, y^p = k \right\} R(x^s, C^{k,q}) \leq r, y^s = k \right\};$$

визначити:

- масу екземплярів кластера:  $M^{k,q} = \sum_{s=1}^S \left\{ \frac{1}{1 + R(x^s, C^{k,q})} \right\}$ ,
- щільність екземплярів кластера:  $\rho^{k,q} = M^{k,q} / S^{k,q}$ ,

– площу поверхні гіперсфери розмірності  $N$  для  $q$ -го кластера  $k$ -го класу:

$$P_s^{k,q} = NC_N \left( \frac{1}{2} \max_{j=1,2,\dots,N} \{x_{j,\max}^{k,q} - x_{j,\min}^{k,q}\} \right)^{N-1}, \text{ де } C_N = \pi^{\frac{N}{2}} / \Gamma(0,5N + 1),$$

$x_{j,\max}^{k,q}, x_{j,\min}^{k,q}$  – відповідно, максимальне і мінімальне значення  $j$ -ї ознаки для екземплярів, що належать до  $q$ -го кластера  $k$ -го класу,

– об'єм  $N$ -вимірної кулі, обмеженої гіперсферою розмірності  $N$  для  $q$ -го кластера  $k$ -го класу:  $V_s^{k,q} = C_N \left( \frac{1}{2} \max_{j=1,2,\dots,N} \{x_{j,\max}^{k,q} - x_{j,\min}^{k,q}\} \right)^N$ ,

– відношення обсягу до площі поверхні кластера:  $v_s^{k,q} = V_s^{k,q} / P_s^{k,q}$ ;

видалити з розгляду екземпляри відповідного  $q$ -го кластера  $k$ -го класу. Якщо серед екземплярів, що залишилися, у вибірці усе ще маються екземпляри  $k$ -го класу, то покласти  $q=q+1$ , скорегувати значення  $S^k$  і  $C^k$ , перейти до етапу аналізу  $q$ -го кластера; у протилежному випадку – повернути вихідне значення  $S^k$  і перейти до етапу аналізу вибірки.

Етап аналізу вибірки. Для  $k=1, 2, \dots, K$  визначити:

– масу екземплярів класу відносно центрів мас його кластерів:

$$M^k = \sum_q \left\{ \frac{M^{k,q}}{1 + R(C^{k,q}, C^k)} \right\}, \text{ де } R(C^{k,q}, C^k) = \sqrt{\sum_{j=1}^N (C_j^{k,q} - C_j^k)^2};$$

– щільність екземплярів класу:  $\rho^k = M^k / S^k$ .

Після чого визначити середньозважену рівномірність розташування екземплярів вибірки:  $\xi = S^{-1} \sum_{k=1}^K M^k$ .

Запропонований метод дозволяє визначити комплекс показників, що характеризують властивості кластерів, класів і вибірки в цілому.

Для дослідження комплексу запропонованих показників вибірок і моделей вони були програмно реалізовані.

Розроблене програмне забезпечення використовувалося для проведення обчислювальних експериментів по дослідженню застосовності запропонованих показників на прикладі вирішення задач побудови діагностичних моделей. Проведені експерименти підтвердили працездатність запропонованих методів і програмних засобів, що їх реалізують.

**Висновки.** Запропоновано метод визначення комплексу показників, що дозволяють характеризувати якість вибірок на основі принципів масової розмірності. Практична цінність отриманих результатів полягає у тому, що розроблені метод і показники реалізовані програмно і досліджені при вирішенні практичних задач діагностування.

#### Список використаних джерел

1. Subbotin S. A. The training set quality measures for neural network learning [Text] / S. A. Subbotin // Optical Memory and Neural Networks (Information Optics). – 2010. – Vol. 19. – № 2. – P. 126–139.

2. Чумак О. В. Энтропии и фракталы в анализе данных [Текст] / О. В. Чумак. – М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2011. – 164 с.



УДК 709.4;710.5

**Б.Б. Сусь**

кандидат фіз.-мат. наук, асистент кафедри нанофізики конденсованих середовищ  
*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ*

## **ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЕЛЕКТРОННИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБОТАХ**

**Вступ.** Розвиток науки та високих технологій ставлять підвищені вимоги до якості освіти. Стає актуальним електронне навчання, яке потребує модернізації і створення нових навчальних курсів, що особливо актуально в природничих та інженерних науках, орієнтованих на роботу зі складним та унікальним обладнанням. Виникає потреба у створенні і проведенні нових практичних і лабораторних робіт, покращенні існуючих технологій і методів навчання.

Якщо проблеми передачі і отримання інформації в електронному навчанні досить успішно розв'язуються, то набуття експериментальних умінь і практичних навичок залишається науково-методичною проблемою, яка потребує свого розв'язання. В електронному навчанні виконання лабораторних робіт проходить практично самостійно за віддаленим комп'ютером. Тому в таких роботах необхідне широке використання засобів сучасних інформаційних технологій таких як анімація, інтерактивні демонстрації, відеозйомка тощо.

В роботі розглянуті сучасні способи і засоби комп'ютерних технологій та засобів штучного інтелекту, що дають можливість підвищити рівень набуття практичних навичок студентів. Розглянуті види електронних лабораторних робіт та етапи їх створення, без залучення та з залученням професійних програмістів. Особлива увага приділена реалізації самостійної роботи студентів для активізації їх самостійної розумової діяльності.

В роботі наведені приклади електронних лабораторних робіт створених в Інституті високих технологій київського національного університету імені Тараса Шевченка [1].

В електронному варіанті лабораторної роботи студент повинен мати можливість виконувати ті ж завдання, що й в лабораторії. За допомогою віртуального навчального середовища студент має змогу ознайомитись з постановкою завдання, вивчити теоретичний матеріал.

При успішному проходженні тесту самоперевірки він отримує допуск на ознайомлення зі схемою проведення експерименту. Для вивчення технологічних процесів та принципів роботи обладнання широко використовуються навчальні відеодемонстрації в поєднанні з комп'ютерною анімацією. Після ознайомлення зі схемою студент також проходить тестування і переходить до виконання завдання. Відповідні дані вибираються з бази даних реальних вимірювань. Ці дані також можуть бути використані для створення віртуального симулятора лабораторної роботи. В цьому разі в програмному забезпеченні автоматизованої вимірювальної системи підпрограма отримання даних з відповідного інтерфейсу замінюється на підпрограму отримання даних з бази даних.

Засоби адаптивного тестування можуть значно урізноманітнити вибір варіантів виконання лабораторної роботи. За допомогою адаптивної схеми можна реалізувати інтерактивний вибір режимів, зразків або приладів. Реалізувати адаптивну модель можна за допомогою нейронних мереж, які дають можливість встановлювати оптимальну залежність виконання від проходження тестів. Запропоновано використання експертної системи для вибору алгоритму проектування лабораторної роботи, що враховує тип роботи (розрахункова, з прямими чи непрямыми вимірюваннями, дослідницька, моделювання, фронтальна, симулятор, автоматичне проектування та ін.) та пропонує тип віртуальних приладів, інтерактивних завдань і адаптивних тестів.

В найпростішому варіанті при правильному виборі студент переходить до наступного кроку, а в іншому разі йому пропонується ще раз ознайомитись з теоретичним матеріалом. Кількість варіантів може бути розширена.

Наведено приклади завдань для тестування.

**Завдання 1. Вибір діапазону температур для знаходження енергії активації домішки в напівпровіднику.** Студент має обрати один із діапазонів в межах 4-78K (1), 78-300K (2), 300-400K (3). При виборі (1) студент переходить до наступного кроку.

**Завдання 2. Знайти ширину забороненої зони за температурною залежністю опору.** Студенту пропонується вибрати зразок (власний - 1, домішковий - 2 чи домішковий вироджений - 3). При виборі (1) студент переходить до наступного кроку, при виборі (2) вимірювання теж можливі, але цей режим не є оптимальним. Тому студентові пропонується ще раз ознайомитись з теоретичним матеріалом.

**Завдання 3. Знайти енергію активації домішки за температурною залежністю опору.** Студенту пропонується вибрати зразок (власний -1, домішковий - 2 чи домішковий вироджений - 3). При виборі (2) студент переходить до наступного кроку, в іншому випадку йому пропонується повторити теорію.

Завдання можна ускладнити чи урізноманітнити. Наприклад, вибрати зразок і знайти енергію активації домішки за температурною залежністю опору.

Система зворотнього зв'язку дає можливість обговорювати проблемні питання на форумі та надсилати звіти про виконання для перевірки.

**Висновки.** Використання засобів штучного інтелекту може значно покращити процес проектування віртуальних лабораторних робіт та приладів і наблизити їх до реальних.

#### Список використаних джерел

1. Віртуальні лабораторні роботи IBT. [ElectronicResource]. – Mode of access : URL <http://iht.univ.kiev.ua/uk/library/e-books/elektronni-metodichni-posibniki>– Title from the screen

УДК 004.94

**А.Ю. Штимак**

старший викладач кафедри системного аналізу і теорії оптимізації  
ДВНЗ "Ужгородський національний університет", Ужгород

## **ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

**Вступ.** Підготовка здобувачів вищої освіти у вищих навчальних закладах проводиться на підставі освітніх стандартів нового покоління, які визначають вимоги до результатів освоєння освітніх програм підготовки в термінах компетентностей. Кінцевим результатом навчання стають не знання самі по собі, а вміння ефективно їх використовувати в різних формах і проявах, тобто компетентності. Підвищення вимог до сучасної вищої освіти зумовлює необхідність розробки методів оцінювання сформованості компетентностей та визначення рівня компетентності здобувачів вищої освіти.

Проблемою вищих навчальних закладів залишається організація процесу оцінювання компетентностей та визначення рівня компетентності здобувачів вищої освіти як результату навчання після завершення відповідної освітньої програми підготовки або деякої її частини. Багатокомпонентність змісту понять компетентності та компетентність, їх міждисциплінарний характер, способи та засоби їх формування потребують розробки нових підходів до оцінювання результатів навчання з використанням сучасних інформаційних технологій.

Зазначимо, що вимоги до компетентності фахівця часто формулюються в нечітких поняттях. Крім того, роботодавців цікавлять не тільки професійні характеристики, але і рівень володіння фахівцем тими чи іншими якостями з деякого переліку. Отже, з'являється необхідність кількісного визначення рівня володіння фахівцем необхідними якостями (компетентностями).

Пропонується інформаційна технологія для визначення рівня компетентності здобувачів вищої освіти на підставі навчальних досягнень в процесі їх освітньої діяльності за певним освітнім рівнем, особливістю якої є використання в якості інструментарію теорії нечітких множин та алгоритмів нечіткого логічного виведення. З метою реалізації інформаційної технології розроблена ієрархічна оціночна модель визначення інтегрального показника рівня компетентності, на першому рівні якої містяться оцінки рівня компетентності за окремими дисциплінами, а на останньому рівні – інтегральна оцінка рівня компетентності здобувачів вищої освіти. [1]

Складовими інформаційної технології є такі модулі:

– модуль формування бази даних про здобувачів вищої освіти, на основі якої визначається рівень компетентності. База даних містить наступну інформацію про освітню діяльність здобувачів вищої освіти: перелік дисциплін за період навчання за певною освітньою програмою; кількість кредитів, виділених для вивчення відповідних дисциплін; рейтингові оцінки здобувача вищої освіти, які він одержав за дисципліни в процесі навчання, виражені в 100-бальній шкалі ЄКТС. Крім того,

базу даних можна доповнити й іншими факторами, які впливають на визначення рівня компетентності;

- модуль задання вагових коефіцієнтів, призначений для визначення значимості кожного фактора, що впливає на рівень компетентності. Вагові коефіцієнти можуть задаватися роботодавцями, учасниками освітнього процесу та ін. Одним з підходів до їх визначення є використання системи кредитів ЄКТС, виділених для вивчення дисциплін за певною освітньою програмою;

- модуль формування нечіткої бази знань для прийняття рішення про рівень компетентності здобувачів вищої освіти з використанням алгоритмів нечіткого логічного виведення. Оціночна модель визначення інтегрального показника рівня компетентності має ієрархічну структуру. Це зумовлює використання ієрархічних систем нечіткого логічного виведення, особливістю яких є те, що вихід однієї бази знань подається на вхід іншої бази знань. Такий підхід дозволяє невеликою кількістю продукційних правил описати багатфакторні залежності "вхід-вихід";

- модуль визначення рівня компетентності здобувачів вищої освіти, в якому реалізовані процедури визначення рівня компетентності з використанням алгоритмів нечіткого логічного виведення із зваженою істинністю та методів нечіткої класифікації [1, 2];

- модуль визначення рейтингу здобувачів вищої освіти за рівнем їх компетентності, в якому реалізовані процедури визначення рейтингових списків з використанням алгоритмів нечіткого логічного виведення, методів нечіткої класифікації, стандартної рейтингової суми з урахуванням компенсацій та без їх урахування;

- модуль інтерпретації значень інтегрального показника рівня компетентності та прийняття рішень.

**Висновки.** Запропонована інформаційна технологія дозволить розв'язати низку актуальних задач, які виникають при підготовці здобувачів вищої освіти у ВНЗ, зокрема, автоматизувати та оптимізувати процедуру кількісного визначення рівня компетентності здобувачів вищої освіти на різних етапах освітньої діяльності, сприятиме удосконаленню системи планування підготовки фахівців в умовах компетентнісного підходу. Крім того, накопичення бази даних про рівень компетентності здобувачів вищої освіти дозволить оперативно здійснювати аналіз освітньої діяльності та проводити системні дослідження з проблем оцінювання рівня компетентності, які можуть стати основою для прийняття управлінських рішень.

#### Список використаних джерел

1. Маляр М.М. Модель визначення рівня компетентності випускника з використанням нечітких множин [Текст] / М.М. Маляр, А.Ю. Штимак // Управління розвитком складних систем. – К.: КНУБА. – 2015. – № 22. – С. 151-157.

2. Штимак А. Ю. Технологія визначення рівня компетентності випускника ВНЗ з використанням алгоритмів нечіткого логічного виведення [Текст] / А.Ю. Штимак // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Комп'ютерні науки та інформаційні технології: збірник наукових праць. – 2015. – № 826. – С. 109-122.

УДК 519.7

**О.А. Юхта**

Аспірант

*Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м.Луцьк*

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ONLINE-АЛГОРИТМІВ НА ПРИКЛАДІ ЗАДАЧІ ПРО ПРОКАТ ЛИЖ З ДВОМА ОПЦІЯМИ**

Системна програма, що контролює роботу деякої операційної системи, повинна генерувати певні дії (приймати рішення, записувати певні дані на вихід) до того, як надійдуть всі дані. Алгоритми, що виконують такі дії, називаються алгоритмами, що працюють в режимі реального часу, або online-алгоритмами. Як правило, online-алгоритм отримує послідовність запитів. По кожному із запитів він повинен надати деякий сервіс до того, як отримає наступний запит. [1, 3]

Задача прокату лиж є одним з основних питань online-обчислень. В оригінальному формулюванні нам потрібно використовувати ресурс протягом невідомого проміжку часу. Є два варіанти зробити це: або заплатити за одиницю ресурсу та мати можливість використовувати його будь-яку кількість часу (опція купівлі), або оплачувати ресурс пропорційно часу використання (опція прокату). Якщо час використання менший за умовну часову одиницю, то оптимальним є варіант прокату, а в іншому випадку оптимальним варіантом являється купівля у «нульовий» момент часу. Очевидно, що кращою детермінованою online-стратегією є використання опції прокату за одиницю часу, а потім купівля ресурсу. Тобто стратегія ніколи не платить оптимальне значення більше, ніж двічі. У гіршому випадку гра зупиняється відразу після того, як стратегія виконає купівлю ресурсу. Також відомо, що найкраща рандомізована online-стратегія забезпечує очікуване співвідношення оптимальності  $\frac{e}{e-1} \approx 1,58$ . Стратегія полягає у випадковому виборі часу  $t \in [0;1]$  у

відповідності до функції щільності ймовірності  $f(t) \in \frac{e^t}{e-1}$  та переході з опції прокату на опцію купівлі в момент часу  $t$ , якщо гра ще не закінчилась. У даному випадку розглядається деяке узагальнення вихідної задачі, коли немає варіанту «чистої купівлі», тобто може бути виконана лише деяка оренда. Очевидно, що реальне життя несе у собі багато прикладів, що відносяться саме до цієї категорії. [2, 78]

Є два варіанти: перший, так званий «схил 1», полягає тому, щоб заплатити одиницю вартості за одиницю часу. В іншому випадку, так званому «схил 2», оплата виконується в одиницях вартості за кожен одиницю використання часу для деякого реального  $0 \leq a < 1$ . Гра починається, коли користувач знаходиться на схилі 1, і він може перейти на схил 2 у будь-який момент часу по собівартості  $1 - a$ , але подальші зміни не допускаються. В деякий момент часу  $t$  гра зупиняється. Загальна вартість для користувача у момент часу  $t$  – це час, затрачений на схил 1, додати  $1 - a$ , якщо був здійснений перехід на схил 2, та

додати час, затрачений на схил 2. Задача алгоритму – визначити момент, коли потрібно перейти на схил 2. Розглядаються рандомізовані алгоритми, визначається вартість для користувача в момент часу  $t$ , як очікувана вартість алгоритму, коли час зупинки становить  $t$ . Відзначимо, що оптимальною вартістю є  $t$ , якщо гра зупиняється в момент  $t \leq 1$  або  $(1 - a) + at$ , якщо  $t > 1$ . При  $0 < a < 1$  вищезазначене формулювання фіксує будь-який випадок, коли вартість для схилу 1 оцінюється як  $f(x) = a_1x$ , а вартість для схилу 2 рівна  $g(x) = a_2x + b$ , припускаючи нетривіальність, тобто  $0 \leq a_2 < a_1$ . При  $a = 0$  – це випадок основної задачі прокату лиж. Виявляється, це незначне узагальнення якісно відрізняється від класичного випадку. Наприклад, у класичному прокаті лиж будь-який алгоритм повинен у певний момент перемикнути на опцію купівлі, у протилежному випадку його вартість зростає без обмежень, а оптимальна вартість залишається сталою. Коли «чиста купівля» недоступна, найкращий online-алгоритм ніколи не зможе перемикнути на другу опцію. [3, 365]

#### Список використаних джерел

1. S. Albers. Online algorithms: a survey. *Mathematical Programming* 97(1-2): Pages 3-26, 2003.
2. A.R. Karlin, M.S. Manasse, L. Rudolph, and D.D. Sleator. Competitive snoopy caching. *Algorithmica*, 3(1): Pages 77–119, 1988.
3. Zvi Lotker, Boaz Patt-Shamir, Dror Rawitz. Ski rental with two general options. *Information Processing Letters*, Volume 108, Issue 6, Elsevier: Pages 365-368, 2008.

УДК 629.7.03.004.64

<sup>1</sup> А.С. Якушенко, к.т.н.

<sup>2</sup> А.Дж. Мирзоев, к.т.н.

<sup>1,2</sup> *Национальный Авиационный Университет, Украина, Киев*

## ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ В ЗАДАЧАХ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ ГТД

Одним из современных подходов, применяемых при диагностировании авиационных газотурбинных двигателей (ГТД), является генетический алгоритм (ГА). ГА применяется как эффективный оптимизационный инструмент для получения параметров узлов двигателя, которые определяют набор предикторных зависимых параметров посредством нелинейной модели ГТД [1]. ГА использует три типичных операций при оптимизации

1. Отбор (селекция) - выбор особей (диагностических ситуаций) для генерации нового поколения в соответствии критерия естественного отбора.

2. Кроссинговер (скрещивание) - обмен информацией между двумя особями в виде обмена частей вектора параметров, в целях получения приспособленных особей.

3. Мутация - ввод новой или преждевременно утерянной информации в виде случайного обмена между случайно выбранными компонентами вектора (см. рис.1).



**Рис.1. Общая схема работы генетического алгоритма**

Исследования показывают, что вычисление ответа методом полного перебора занимал бы большого времени, что абсолютно неприемлемо для процессов диагностирования ГТД. Следовательно, здесь целесообразно производить оптимизационную задачу для нескольких измерений в пределах 12-15 и наблюдать за изменением глобального максимума. Характер изменения области или точки глобального минимума позволит принять окончательное решение об ожидаемой динамике выходного параметра исследуемого регрессионного уравнения.

### Список використаних джерел

1. Gulati A., Taylor D., Singh R. Multiple Operating Point Analysis Using Genetic Algorithm Optimisation for Gas Turbine Diagnostics, ISABE-2001-1139, 15th ISABE, Bangalore, India, Sept. 2001, pp.93





# **4**

## **IT-education in Ukraine: problems and perspectives**



УДК 37:004

<sup>1</sup> **О.Р. Гарбич-Мошора**

Кандидат педагогічних наук, доцент

<sup>2</sup> **Г.І. Ярема**

Старший викладач, викладач біології

<sup>1</sup> *Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка,*

<sup>2</sup> *Дрогобицький коледж нафти і газу, Дрогобич*

## **ЗМІШАНЕ НАВЧАННЯ: ВПРОВАДЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС КОЛЕДЖУ НАФТИ І ГАЗУ**

Сучасна освітня ситуація в суспільстві вимагає оновлення багатьох сторін педагогічної діяльності. Необхідність цих процесів диктується входженням України у Європейське освітнє і наукове поле. Україна здійснює модернізацію освітньої діяльності в контексті європейських вимог, дедалі наполегливіше працює над практичним приєднанням до Болонського процесу.

Все більший розвиток одержують нові освітні технології, засновані на ефективному використанні в навчальному процесі вузів сучасних засобів і методів передачі знань. Сучасні інформаційні технології відкривають нові перспективи для підвищення освітнього процесу. Змінюється сама суть освіти, а саме, в Україні почало розвиватись змішане навчання (blended learning). По суті основна мета реалізації blended learning полягає в об'єднанні переваг традиційного очного та дистанційного навчання.

В цілому механізм реалізації концепції змішаного навчання передбачає: створення комфортного освітнього інформаційного середовища та системи комунікацій, які представляють всю необхідну навчальну інформацію з дисципліни яка вивчається. Інформаційне середовище сучасного навчального закладу – це поєднання традиційних та інноваційних форм навчання з постійним нарощуванням інформаційно-комунікаційних технологій та електронних ресурсів, а також безперервним вдосконаленням методів навчання, професійних знань самих викладачів.

Проаналізувавши різні підходи до тлумачення змішаного навчання можна виділити ряд із них.

Дарлін Пейнтер у статті «Missed Steps» пропонує під змішаним навчанням розуміти об'єднання традиційних формальних засобів навчання – роботу в аудиторіях, вивчення теоретичного матеріалу – з неформальними [1].

Б.І. Шуневич визначає змішане навчання як комбіноване навчання. На його думку, комбіноване – навчання – це традиційне навчання, що передбачає діалогове навчання як частину позааудиторної роботи [2].

Традиційно, в зарубіжній практиці виділяють шість моделей змішаного навчання [3]: «Face-to-Face Driver», при реалізації якої основна частина навчальної програми вивчається в аудиторії при безпосередній взаємодії з викладачем, а електронне навчання використовується як доповнення до основної програми; «Rotation» навчальний час розподілено між індивідуальним електронним

навчанням і навчанням в аудиторії разом з викладачем; «Flex» велика частина навчальної програми освоюється в умовах електронного навчання, а викладач супроводжує студентів дистанційно; «Online Lab» навчальна програма освоюється в умовах електронного навчання, яке організоване в аудиторіях, оснащених комп'ютерною технікою, і супроводжується викладачем; «Self-blend» студенти самостійно обирають додаткові до основної освіти курси; «Online Driver» передбачає освоєння більшої частини навчальної програми за допомогою електронних ресурсів інформаційно-освітнього середовища; очні зустрічі з викладачем носять періодичний характер.

Проаналізувавши усі дані моделі, ми спробували реалізувати модель «Face-to-Face Driver» для студентів напрямку підготовки «Буріння нафтових і газових свердловин» в Дрогобицькому коледжі нафти і газу під час вивчення курсу біології. Лектор подає лекційний матеріал як звично в традиційній формі паралельно дублюючи його в електронній формі (презентація, ментальна карта, відео лекція тощо), що дозволяє студентам послухати теорію вдома, самостійно керуючи своїм часом і темпом вивчення теми. На практичних заняттях студенти в аудиторії проводять дискусії, отримують відповіді на запитання і зауваження з приводу прослуханих лекцій, що в свою чергу сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу. В ході вивчення даної дисципліни є змога отримати додаткові консультації зі складних питань у режимі електронної пошти.

Підсумовуючи все вище сказане, можемо дійти висновку, що змішане навчання як система навчання, поєднує в собі найбільш ефективні аспекти та переваги викладання в аудиторії та інтерактивного або дистанційного навчання і є системою, що складається з рівних частин, які функціонують у постійному взаємозв'язку один з одним, утворюючи одне ціле. Отже, це система, в якій складові її компоненти гармонійно взаємодіють, за умови, що всі ці компоненти грамотно методично організовані.

Звичайно, впровадження змішаної форми навчання потребує значних зусиль. Це й необхідність внесення змін у нормативну базу, і інвестиції в розробку необхідного навчального контенту й перепідготовка кадрів. Фактично, розвиток змішаної форми навчання може стати одним із ключових напрямків модернізації освіти у вищій школі.

#### **Список використаних джерел**

1. Желнова Е.В. 8 этапов смешанного обучения (обзор статьи «Missed Steps» Дарлин Пейнтер // Training & Development). URL: <http://www.obs.ru/interest/publ/?thread=57>.
2. Шуневич Б.І. Тенденція розвитку складових частин організації дистанційного навчання / Б. І. Шуневич // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». — Львів : Видавництво ЛНУ, 2009. — № 653. — С. 231–239 (Інформаційні системи та мережі).
3. Семенова И.Н. Дидактический конструктор для проектирования моделей электронного, дистанционного и смешанного обучения в вузе / И.Н. Семенова, А.В. Слепухин // Педагогическое образование в России. – 2014. – № 8. – С. 68-74.

УДК 378.1:006.354

<sup>1</sup> С.В. Кавун

д.е.н., к.т.н., проф., завідувач кафедри інформаційних технологій та вищої математики

<sup>2</sup> В.Є. Снитюк

д.т.н., проф., завідувач кафедри інтелектуальних та інформаційних систем

<sup>1</sup> Харківський навчально-науковий інститут Державного вищого навчального закладу «Університет банківської справи», Харків

<sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

## СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ» Й «ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»

**Вступ.** Необхідність вдосконалення якості підготовки фахівців та спеціалістів з урахуванням різної практичної спрямованості кваліфікаційних компетентностей, існуючої кон'юнктури ринку праці та світового досвіду вимагає перегляду діючої системи освіти, що базується на суб'єктно-діяльному підході для кожного ступеня та рівня вищої освіти.

Реалізація цих гарантій та підходів базується на використанні системи стандартів вищої освіти (СВО) як нормативної бази функціонування вищої освіти, що встановлює загальні принципи педагогічної діяльності й яка має на меті досягнення оптимального ступеня діяльності фахівців та спеціалістів.

Нові СВО є наступним поколінням стандартів і замінюють собою Галузеві СВО, які розроблялись у 2002-2014 роках відповідно до законодавства. Стандарти базуються на компетентнісному підході і поділяють філософію визначення вимог до фахівця, закладену в основу Болонського процесу та в міжнародному Проекті Європейської Комісії «Гармонізація освітніх структур в Європі» (Tuning Educational Structures in Europe, TUNING) [1-2].

Про всі відомості, новини та тенденції щодо розробки освітніх стандартів можливо прочитати із новин та офіційних джерел [3-4]. Але автори спробували вияснити світові темпи та тенденції у межах одного напрямку за означеними спеціальностями (визначені як теги): Інформаційні Системи та Технології (позначимо як ICT), Комп'ютерні Науки (КН), Computer Science (CS), Information Systems and Technologies (IST).

Дослідження і аналіз актуальності означених категорій були проведені на основі авторського методу Інтернет-аналізу, метою якого є отримання оцінки обраних категорій [5]. Дослідження актуальності за допомогою методу Інтернет-аналізу потребує використання елементів латентно-семантичного аналізу (Latent Semantic Analysis, LSA), тобто використання ключових слів сфери дослідження. Використання методу базується на специфіці мови запитів, який підтримується всіма пошуковими серверами і визначається формою самого запиту, результати якого по множині обраних пошукових серверів усереднюють на заданому часовому інтервалі. Результатами цього методу є усереднені значення, отримані із множини результатів

від обраних пошукових серверів на заданому часовому інтервалі. Тим самим досягається динамізм дослідження. На основі отриманих оцінок можливо буде зробити висновок про доцільність подальших досліджень і актуальності обраних категорій в інтервалі 2000-2016. Також раціональним є здійснення оцінки впливу економічних, політичних і соціальних факторів на вибрані категорії. Множина пошукових серверів включає наступні: Google, Yandex, Yahoo, I.UA, Mail, Alltheweb, Rambler, Bing, Meta, Nigma, Metabot, AltaVista, Wikipedia, UaPORT, Uaportal, Holms, Poshuk, Weblist, List, Lycos, UP, Infoseek, Magellan, Galaxy, Webcrawler, Dmoz, Jayde, Asiannet, REX, Euroseek, Search.MSN, Whatuseek. Ця множина є достатньою для отримання репрезентативної вибірки для застосування авторського методу [5]. Для отримання можливості порівняння результатів всі дані були нормовані й приведені до єдиної шкали розподілу. Крім того, отримані розподіли базуються на популяризації або величини попиту, який розраховується з використанням частотно-часового аналізу. Використання методу Інтернет-аналізу для дослідження динаміки попиту категоріального апарату (термів) досліджуваної сфери дає можливість об'єктивно оцінити актуальність обраної теми досліджень, адже метод має математичне обґрунтування та дає можливість спрогнозувати попит на дослідження в обраній сфері.

Вхідні дані для методу Інтернет-аналізу є:

1. Множина  $T = \{t_j\}$ ,  $j = \overline{1,4}$  включає в себе поняття (терми) сукупності сфери дослідження: ICT, КН, CS, IST. Категоріальний апарат може включати значно більшу кількість термів, але вказані чотири терми на думку авторів є базовими.

2. Період дослідження: 2000-2016 – множина  $G = \{g_k\}$ ,  $k = \overline{1,16}$ .

3. Множина пошукових серверів, зазначених вище, які дозволяють одержати множину результатів, з урахуванням їх усереднення.

Наступним кроком є формування представлення:

$$GT = G \cup T = \{g_k\} \cup \{t_j\}, \quad GT = \{gt_{kj}\}, \quad (1)$$

де  $GT$  – матриця середньозважених даних, що базуються на оцінках актуальності обраної категорії або її рейтингу у світовій спільноті.

Запит для пошукових серверів буде таким:

$$\{g_k\} \cup \{t_j\} \equiv \langle \text{Information Systems and Technologies} + 2010 \rangle \vee \langle \text{IST} \rangle + \langle 2010 \rangle, \quad (2)$$

де  $\vee$  – символ операції АБО.

Отримані за допомогою методу Інтернет-аналізу дані можна подати як двохкомпонентний граф, реалізацію методу наведено в [5].

Результати розподілу попиту (важливості, поширеності) протягом 16 років наведені на рис. 1. Статистичні результати дослідження взаємозв'язку різних категорій (тегів) дослідження представлені в табл. 1.

Наведемо короткий аналіз отриманої інформації. Обидві спеціальності (ICT-КН), навіть після їх розділення [6], мають велику негативну кореляцію. Світові тенденції у цьому плані є значно «м'якшими», що вказує на усталеність спеціальностей. Аналіз такого результату дозволяє висловити гіпотезу про

необхідність та обґрунтованість розділення спеціальностей. Але у світовому тренді між КН та CS є певна позитивна залежність.

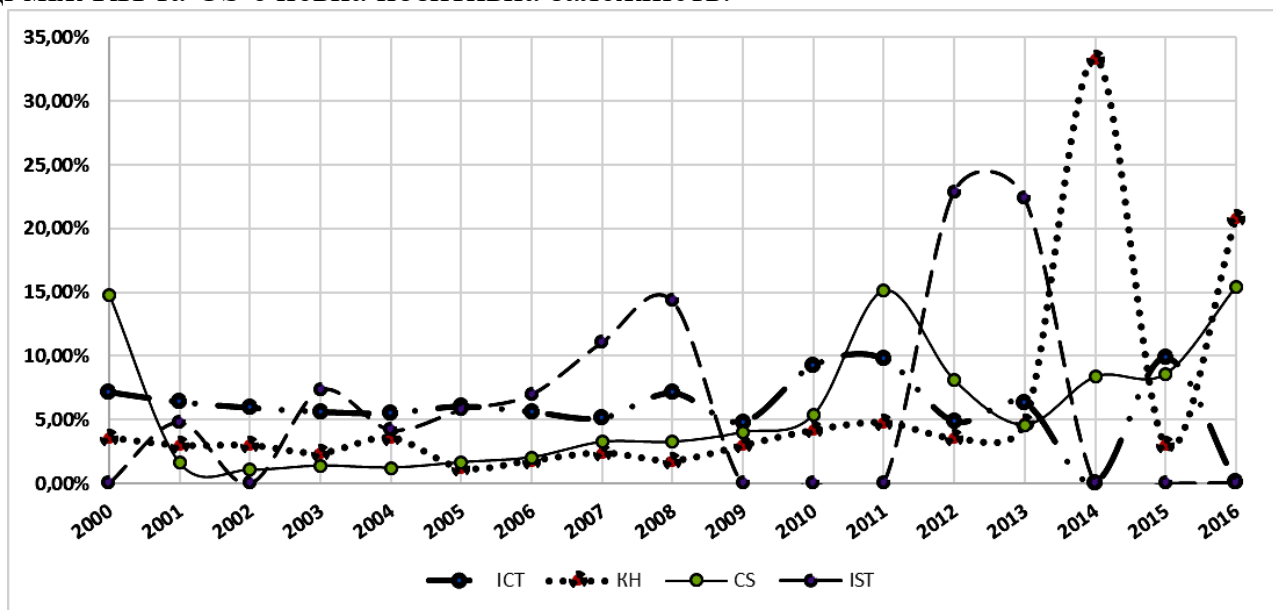


Рис. 1. Тенденції тренду різних категорій (тегів) дослідження

Таблиця 1 – Статистичні результати дослідження взаємозв'язку різних категорій (тегів) дослідження

Категорія (тег)	Коефіцієнт коваріації	Коефіцієнт кореляції Пірсона
ICT-KH	-0,001678277	-0,742506212
KH-CS	0,001768017	0,419361832
ICT-IST	-2,89673E-05	-0,013944197
CS-IST	-0,001046187	-0,269997697

Закономірним є значення коефіцієнта кореляції пари ICT-IST, що вказує на розбіжність процесів у світі та Україні щодо таких спеціальностей.

На рис. 1 є помітними достатньо великі коливання у період з 2012 по 2016 рік, що свідчить про існуючі реформаційні процеси.

#### Список використаних джерел

1. Про затвердження та введення в дію Методичних рекомендацій щодо розроблення стандартів вищої освіти, наказ МОН № 600 від 01.06.16 року. [http://osvita.ua/legislation/Vishya\\_osvita/51506/](http://osvita.ua/legislation/Vishya_osvita/51506/).

2. Закон України "Про вищу освіту", Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст.2004. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.

3. Бахрушин В. Стандарти вищої освіти. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://education-ua.org/ua/articles/689-standarti-vishchoji-osviti>.

4. Освітній портал™ - освіта в Україні, освіта за кордоном. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://www.osvita.org.ua/pravo/law\\_05/part\\_03.html](http://www.osvita.org.ua/pravo/law_05/part_03.html).

5. Kavun S. et al., A Method of Internet-Analysis by the Tools of Graph Theory, *Advances in Intelligent Decision Technologies*, 15:35-44, 2012. DOI: 10.1007/978-3-642-29977-3\_4.

6. Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 р. № 266 " № 53 - редакція від 01.02.2017. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=249722170>.

УДК 004.891.3

<sup>1</sup> В.Є. Снитюк

Д.т.н., професор, завідувач кафедри інтелектуальних та інформаційних систем

<sup>2</sup> О.Є. Іларіонов

К.т.н., доцент, доцент кафедри інтелектуальних та інформаційних систем

<sup>1,2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

## РОЗРОБКА МАГІСТЕРСЬКОГО СТАНДАРТУ ПІДГОТОВКИ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 126 «ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»

**Вступ.** Особливістю навчальних програм у галузі інформаційних технологій є надзвичайно швидкий розвиток предметної області, її розширення, «проникнення» у сумісні предметні області, що вимагає формування нових спеціальностей, оскільки спеціальність вже не може охопити всього розмаїття задач, які розв'язуються фахівцями з інформаційних технологій. Формальне виокремлення спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» у рамках галузі знань «Інформаційні технології» відбулось після прийняття постанови КМУ № 53 від 1 лютого 2017 року [1].

**Виклад основного матеріалу.** При розробці магістерського стандарту для нової спеціальності 126 ІСТ ми керувались такою логікою. Передусім, ще на етапі роботи над бакалаврським стандартом, було проведено розмежування предметних областей різних спеціальностей, які вже сьогодні є на ринку і виокремлено сферу інформаційних систем та технологій, що на сьогодні вже стала самостійним предметом вивчення. Значною мірою наші напрацювання корелюють з підходом, запропонованим Асоціацією з обчислювальної техніки (АСМ) спільно з Асоціацією з інформаційних систем та Комп'ютерним товариством Інституту інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE-CS) [2] з урахуванням вітчизняних реалій розвитку бізнесу, технологічної інфраструктури та наявних ресурсів (рис. 1).

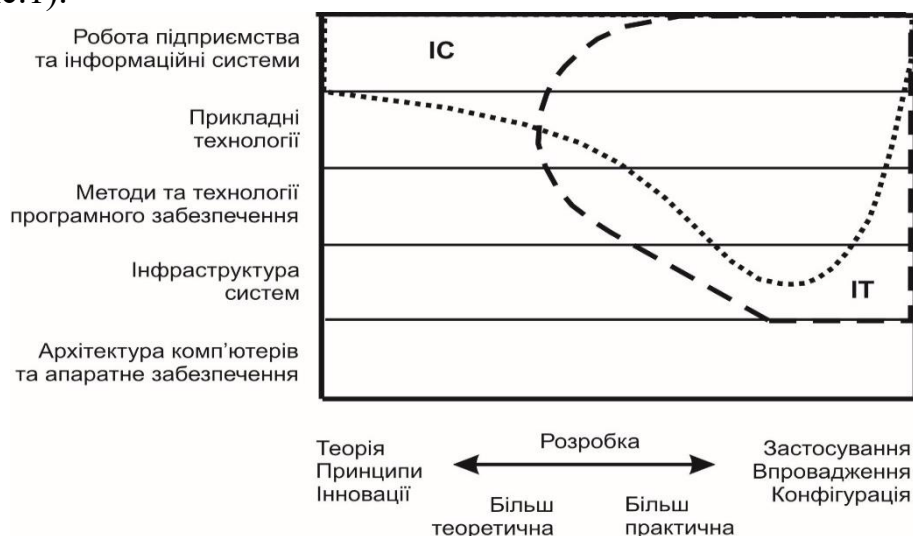


Рисунок 1. Предметна область спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»



Подальший опис характеризує поточний стан справ, а не майбутні перспективи, і відображає те, чим студенти переважно займатимуться після закінчення навчання, а не все те, що вони вивчатимуть в його процесі. Тобто, об'єктом вивчення та діяльності випускників магістерської програми з інформаційних систем та технологій є інформаційні технології, методи, принципи та засоби створення і супроводу інформаційних систем, призначених для автоматизації завдань організаційного управління та бізнес-процесів в організаціях різних форм власності з метою підвищення ефективності їх діяльності.

При цьому фахові компетентності є такими:

- здатність виявляти інформаційні технології, які мають стратегічне значення для організації і можуть бути застосовані для вирішення існуючих, нових або потенційних проблем підприємств, установ та організацій, а також управляти впровадженням цих технологій на підприємстві;
- здатність формулювати вимоги до архітектури, проектування, впровадження та застосування сервіс-орієнтованих інформаційних систем;
- здатність проектувати корпоративні інформаційні системи з урахуванням особливостей бізнес-архітектури, архітектури інформації, прикладних систем, технологічної архітектури для об'єднання і синхронізації функціональних і бізнес-потреб організації з можливостями інформаційних технологій в умовах підвищення їх складності, неповної / недостатньої інформації та суперечливих вимог;
- здатність розробляти математичні моделі об'єктів і процесів інформатизації, розробляти та використовувати математичні та комп'ютерні моделі у наукових дослідженнях, використовуючи методи формального опису систем, математичної логіки, моделювання та системного аналізу;
- здатність розробляти та впроваджувати сховища даних, використовувати методи інтелектуального аналізу великих масивів даних для підтримки прийняття рішень в організації;
- здатність управляти інформаційними ризиками організації на основі концепції інформаційної безпеки з використанням систем безпеки баз даних, мережевої безпеки та криптографічного захисту даних;
- здатність застосовувати інструменти управління проектами, у тому числі з використанням гнучких методів управління проектами.

Досягнення перерахованих вище компетентностей забезпечується наступними програмними результатами навчання:

- визначати потреби організації в інформаційних технологіях на основі аналізу бізнес-процесів;
- обґрунтовувати вибір окремих технічних та програмних рішень з урахуванням їх взаємодії та потенційного впливу на вирішення організаційних проблем, організувати їх впровадження та використання;
- формулювати вимоги до архітектури, проектування, впровадження та застосування інформаційних систем на основі особливостей функціонування організації;
- досліджувати різні складові організаційної архітектури (бізнес-архітектуру,

- архітектуру інформації, прикладних систем, технологічну архітектуру);
- проектувати сервіс-орієнтовану інформаційну архітектуру підприємства у відповідності з потребами організації та можливостями інформаційних технологій в умовах підвищення їх складності, неповної / недостатньої інформації та суперечливих вимог;
  - розробляти моделі інформаційних процесів, систем різного класу за допомогою методів моделювання, формалізації, алгоритмізації і реалізації моделей за допомогою сучасних комп'ютерних засобів;
  - проводити обчислювальні експерименти з використанням техніки імітаційного моделювання, планувати проведення експериментів і обробляти їх результати;
  - проектувати, організовувати впровадження, використання та підтримку інтелектуальних інформаційних системи різного роду на основі аналізу організаційних потреб та можливостей;
  - розробляти, організовувати впровадження, використання та підтримку сховищ даних для підготовки звітів і виконання бізнес-аналізу з метою підтримки прийняття рішень в організації;
  - аналізувати великі масиви даних, у тому числі неструктурованих, за допомогою методів інтелектуального аналізу та прогнозувати на основі цього аналізу показники діяльності організації;
  - планувати, організовувати, впроваджувати та контролювати реалізацію систем захисту інформації в організації, використовуючи концепцію інформаційної безпеки, системи безпеки баз даних, мережевої безпеки та криптографічного захисту даних;
  - планувати та реалізовувати проекти у сфері імплементації інформаційних технологій на основі принципів, методів та інструментів управління проектами, у тому числі на основі гнучких методів управління проектами.

**Висновки.** Таким чином, введення спеціальності «Інформаційні системи і технології» стало певною відповіддю на виклики, зумовлені сучасною інформаційною динамікою та динамікою технологій. Звичайно, вона має багато спільного з іншими спеціальностями галузі знань «Інформаційні технології», насамперед, з «Комп'ютерними науками», але те відмінне, що відрізняє її від них, пов'язане із прикладною направленістю, із застосуванням та супроводом інформаційних систем на підприємствах та в організаціях. Стандарт спеціальності, у загальному, визначає її квінтесенцію, але ніяким чином не обмежує ВНЗ у врахуванні регіональних та інституціональних особливостей, релевантних спеціальності «Інформаційні системи та технології», в навчальних планах.

#### Список використаних джерел

1. Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 р. № 266 // База даних «Законодавство України»/ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/53-2017-%D0%BF> (дата звернення: 23.03.2017).
2. Computing Curricula. The overview report / ACM, AIS, IEEE-CS, 2005. URL: [http://www.acm.org/education/curric\\_vols/CC2005-March06Final.pdf](http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf).

## ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

- Alhawawsha M. 165  
 Bidyuk P.I. 170  
 Biloshchytskyi A. 166  
 Buda A.G. 57  
 Glybovets A. 178  
 Imamverdiyev Y.N. 168  
 Kolchin A. 95  
 Kozhukhivska O.A. 170  
 Kozhukhivskyi A.D. 170  
 Krentsin M.D. 57  
 Kuchansky A. 166  
 Kupershtein L.M. 57  
 Lehinevych T. 178  
 Lyaletski A. 172  
 Makarova L. 59  
 Malyshko S.O. 174  
 Martyniuk T.B. 57  
 Musbah Z. 178  
 Naumenko A. 172  
 Oletsky O. 180  
 Pavlenko V. 182  
 Prykhodko N. 59  
 Prykhodko S. 59  
 Pugachenko K. 59  
 Salata D. 182  
 Snytyuk V. 20  
 Zamula A. 61  
 Zaychenko Yu. 17  
 Аджубей Л.Т. 69  
 Аксак Н.Г. 97  
 Али Аль-Аммори 184, 187  
 Аль-Аммори Х.А. 187  
 Андрашко Ю.В. 65  
 Антоненко Н.А. 193  
 Антонець О.С. 260  
 Апанасенко Д.В. 116  
 Ахметшина Л.Г. 191  
 Ащепкова Н.С. 255  
 Багрій Р.О. 195  
 Баклан І.В. 103  
 Банах Р.І. 197  
 Барабаш О.В. 199  
 Бармак О.В. 195  
 Безсонов О.О. 38  
 Белецкий А.С. 78  
 Беседіна С.В. 63, 99  
 Биченко А.О. 200  
 Білощицький А.О. 65  
 Бодяньський Є.В. 202  
 Бондаренко В.Є. 22  
 Буряченко М.М. 204  
 Вавіленкова А.І. 101  
 Василенко В.Г. 103  
 Васильківа О.С. 122  
 Величко В.Ю. 105  
 Верлань А.А. 146  
 Верлань А.Ф. 107  
 Верховецкая И.Н. 184  
 Винокурова О.А. 136  
 Власенко Н.В. 67  
 Власенко О.М. 67  
 Вовчановський О.С. 206  
 Волошин О.Ф. 109  
 Гайна Г.А. 207  
 Гальченко В.Я. 209  
 Гамоцька С.Л. 211  
 Гарбич-Мошора О.Р. 331  
 Гнатієнко Г.М. 213  
 Гожий О.П. 215  
 Горбатюк Є.В. 290  
 Горбатюк Н.Є. 290  
 Горбач А.Н. 50  
 Горбач Т.В. 158  
 Горбачук В.М. 26  
 Горелик С.М. 317  
 Гороховатський В.О. 67  
 Гошко Б.М. 284  
 Грибков С.В. 204, 316  
 Гром Н.В. 217  
 Гуляницький Л.Ф. 30  
 Данилевич С.Б. 219  
 Дверная Е.А. 124  
 Дегтярева А.О. 184  
 Дербабя В.А. 220  
 Джулай О.М. 200  
 Дідковський О.І. 222  
 Доманецька І.М. 224  
 Домрачев В.М. 226  
 Дорошенко А.В. 111  
 Дяченко П.В. 228  
 Єгорова О.В. 115, 240, 313  
 Єременко Б.М. 288  
 Желдак Т.А. 193, 232  
 Заболотний С.В. 113  
 Захарченя В.С. 115  
 Заярный А.В. 268  
 Землянський Ол-др М. 200, 230  
 Землянський Олег М. 230, 270  
 Зінченко О.В. 232  
 Зінкевич І.Е. 71  
 Золотухін О.В. 202  
 Івохін Є.В. 69, 116, 118  
 Ізонін І.В. 136  
 Іларіонов О.Є. 234, 336  
 Іларіонова Н.М. 234  
 Кавун С.В. 333  
 Калініна І.О. 215  
 Карташов А.В. 120  
 Киричек Г.Г. 236  
 Кіріченко Л.О. 71  
 Клименко К.В. 238  
 Клочан А.Е. 187  
 Ключка К.М. 307  
 Коваль Д.Ю. 142  
 Ковалюк Д.О. 280  
 Кожем'яко А.В. 122  
 Колесницький О.К. 72  
 Колечкина Л.Н. 124  
 Коломієць С.А. 240  
 Колотій А.В. 242  
 Коновалов О.О. 244  
 Конопля В.К. 246  
 Кораблев Н.М. 126  
 Коробчинский К.П. 120  
 Корольов В.Ю. 247  
 Кошарна Ю.В. 288  
 Кравець П.О. 128  
 Кравченко О.В. 206, 246  
 Крак Ю.В. 195  
 Красовська Г.В. 249  
 Красовська К.К. 249  
 Кришталь В.М. 251  
 Круглов А.И. 252  
 Кудін В.І. 109  
 Кукуєва В.В. 253  
 Кулагин А.Д. 255

- Кулик В.В. 26  
 Кучанський О.Ю. 65  
 Лавренюк М.С. 242, 257  
 Лахно В.А. 258  
 Лисиченко Г.В. 253  
 Литвиненко В.И. 46  
 Ліман В.В. 260  
 Ломага М.М. 262  
 Лурье И.А. 46  
 Луценко І.А. 34  
 Малахов К.С. 105  
 Маленко І.О. 99  
 Малишев О.В. 130  
 Малюков Р.Р. 126  
 Маляр М.М. 213, 264  
 Махно М.Ф. 118  
 Мельник Р.А. 266  
 Меньяйлов Е.С. 268  
 Мигель В.Л. 317  
 Минц А.Ю. 74  
 Мирзоев А.Дж. 327  
 Миронюк І.С. 272  
 Мирошник О.М. 270  
 Мисник Б.В. 271  
 Михавко І.В. 266  
 Мітрофанова Н.Ф. 299  
 Мулеса О.Ю. 272  
 Мусієнко А.П. 199  
 Нагорний Б.А. 296  
 Науменко І.В. 274  
 Науменко Ю.О. 116  
 Носовець О.К. 91  
 Овчаренко О.С. 76  
 Огурцов М.І. 247  
 Олейник А.А. 138  
 Омелянчик Д.А. 132  
 Онищенко А.М. 109  
 Ориховская К.Б. 276  
 Осипенко В.В. 278  
 Остапенко В.О. 280  
 Павленко А.І. 282  
 Паржин Ю.В. 134  
 Паровяк І.П. 136  
 Пасічник Т.В. 284  
 Пацера С.Т. 220  
 Пашинська Н.М. 286  
 Пашко А.О. 288  
 Пелевін Л.Є. 290  
 Пелешко Д.Д. 136  
 Пичугина О.С. 120  
 Пілявський А.І. 26  
 Піскозуб А.З. 197  
 Плескач В.Л. 226  
 Поволоцький Я.О. 115  
 Поліщук А.В. 213  
 Поліщук В.В. 292  
 Пришляк М.Ю. 138  
 Прокопчук Ю.А. 78, 140  
 Протасов С.Ю. 307  
 Пупченко О.Ю. 258  
 Пустовойтов П.Е. 294  
 Ракитянська Г.Б. 80  
 Руденко О.Г. 38  
 Рябова Н.В. 202  
 Рябчун Ю.В. 296  
 Сажок М.М. 244  
 Сандраков Г.В. 298  
 Святогор Л.О. 42  
 Селіванова А.В. 299  
 Селюх Р.А. 244  
 Семенова Н.В. 217, 262  
 Сердюк О.Ю. 34  
 Серков О.А. 134  
 Серпінська О.І. 301  
 Сивак В.А. 294  
 Сидорук О.О. 303  
 Силаков А.И. 305  
 Синеглазов В.М. 142  
 Ситник О.О. 307  
 Славгородский В.Ю. 82  
 Снитюк В.Є. 89, 333, 336  
 Снісар С.М. 158  
 Соколец Е.В. 97  
 Соколов А.Е. 144  
 Соколова Н.А. 309  
 Соколова О.В. 309  
 Соловьев Д.Н. 126  
 Сорока П.М. 311  
 Сосницький О.В. 84  
 Старцева А.В. 268  
 Стеля І.О. 195  
 Степенко І.В. 313  
 Стерген Ю. 146  
 Стецюк П.І. 314  
 Стовба В.О. 314  
 Столова О.В. 242  
 Струзік В.А. 316  
 Струкало М.И. 317  
 Субботин С.А. 138  
 Субботін С.О. 319  
 Сулейманов С.Б. 26  
 Супрун О.О. 88  
 Сусь Б.Б. 321  
 Таиф М.А. 46  
 Теренчук С.А. 301  
 Терлецький Д.О. 148  
 Тимофієва Н.К. 150  
 Тимченко А.А. 89  
 Ткаченко О.М. 113  
 Ткаченко Р.О. 111  
 Тменова Н.П. 152  
 Триус Ю.В. 76, 238  
 Тютюнник М.І. 160  
 Угрюмов М.Л. 305  
 Удовенко С.Г. 154  
 Федорин Д.Я. 244  
 Фефелов А.А. 46  
 Фомичев А.А. 126  
 Фомовська О.В. 34  
 Фуртат Ю.О. 146  
 Хафед И.С. Абдулсалам  
 184  
 Ходзінський О.М. 247  
 Цейтлин Н.А. 50  
 Чала Л.Е. 154  
 Чаплінський Ю.П. 156  
 Черныш С.В. 268  
 Черняк С.Б. 63  
 Чумаченко О.І. 142  
 Шаркаді М.М. 264  
 Шевчук А.В. 303  
 Ширій В.В. 103  
 Штимак А.Ю. 323  
 Шубін І.Ю. 158  
 Шуміло Л.Л. 257  
 Щуров А.С. 105  
 Юхта О.А. 325  
 Яджак М.С. 160  
 Яйлимов Б.Я. 242  
 Якимчук В.С. 91  
 Якушенко А.С. 327  
 Ярема Г.І. 331

**«ЕС ЕНД ТІ УКРАЇНА»  
Інноваційний системний інтегратор**



«ЕС ЕНД ТІ УКРАЇНА» займає провідні позиції в Україні в галузі проектування та впровадження корпоративних інтегрованих інформаційних систем, складних мережевих та телекомунікаційних рішень, надання ІТ-послуг. Компанія заснована у 1993 році. Кількість співробітників: 132 особи. Дохід у 2016 році: 390 млн грн.

«ЕС ЕНД ТІ УКРАЇНА» входить до австрійської групи S&T AG, на підприємствах якої працює близько 2400 співробітників у більше ніж 20 країнах світу. S&T AG є провідним постачальником послуг консалтингу, аутсорсингу та системної інтеграції, а також ІТ-послуг у Центральній та Східній Європі. Корпорація фокусується на ІТ-консалтингу, розвитку, впровадженні та підтримці ІТ-рішень, процесів і систем у таких галузях, як телекомунікаційна, фінансових послуг, промислова, торгівельна, паливно-енергетична та у державному секторі. Штаб-квартира S&T AG знаходиться у м. Лінц (Австрія).

Напрямки діяльності «ЕС ЕНД ТІ УКРАЇНА»:

- ІТ-інфраструктура
- Мережі
- Інформаційна безпека
- Спеціалізовані рішення
- ІТ-послуги

«ЕС ЕНД ТІ УКРАЇНА» забезпечує своїх замовників оперативною сервісною підтримкою у всіх регіонах України. В компанії працює цілодобова Служба підтримки, Сервісний та Навчальний центри. При Навчальному центрі діє центр сертифікаційного тестування Pearson VUE Authorized Center.

«ЕС ЕНД ТІ УКРАЇНА» – перша компанія в Україні, яка виконала усі необхідні кваліфікаційні вимоги корпорації Cisco, щоб отримати статус Cisco Gold Certified Partner у 2003 р., та який вона успішно підтверджує вже 14 років поспіль. Сьогодні компанія впевнено лідирує в Україні по рівню компетентності в галузі продуктів, рішень та технологій Cisco. Також «ЕС ЕНД ТІ УКРАЇНА» володіє високими партнерськими статусами у інших світових ІТ-виробників: Oracle Platinum Partner, HPE Gold Partner, IBM Gold Business Partner, Microsoft Gold Certified Partner та ін.

В компанії функціонує «Центр ІТ-компетенцій», основними завданнями якого є розробка, моделювання, експериментальне впровадження та тестування нових інтеграційних рішень. Система управління якістю «ЕС ЕНД ТІ УКРАЇНА» сертифікована за міжнародним стандартом ISO 9001-2008

## Technologies Improving the World (TIW)



TIW – інноваційна компанія, яка створює ІТ-продукти в області комунікацій і безпеки. Заснована в 2013 р., орієнтована на розробку перспективних ідей в ІТ-індустрії з найбільшим соціальним потенціалом.

Засновником і генеральним директором TIW є Олександр Коновалов. Олександр має ступінь магістра в галузі будівництва та інженерної справи, підприємництва та економіки, ступінь МВА. У Олександра 6 ІТ-патентів і міжнародна команда, яка працює над реалізацією інноваційних ідей в Швейцарії, Німеччині, Україні та Чехії.

Найвідоміші проекти TIW.

### 1. DROTR – Говори зі світом своєю мовою!

Drotr – перший в світі відеодзвінок із синхронним голосовим перекладом. 26 червня 2013 перша версія програми була опублікована в Google Play. З 2015 оновлений Drotr є безкоштовним і став справжньою комунікаційною платформою. Drotr дозволяє спілкуватися з людьми з різних країн світу на своїй мові. Додаток переводить повідомлення на 104 мови, відео- і голосові дзвінки на 44 мови в реальному часі. В 2016 команда TIW представила 2 нових додатки - Drotr MeetUp та Drotr SMS. У січні 2017 Drotr iOS був опублікований на App Store. У травні 2017 року планується оновлення Drotr 6.0, яке змінить уявлення користувачів про месенджери.

### 2. United Help – Ви в безпеці!

United Help - це інноваційна система безпеки, яка захищає людей всюди і завжди. Об'єднана мережа охоронних компаній забезпечує оперативне реагування. Сигнал допомоги можна подати за допомогою звичних пристроїв - телефону, годинника, брелка, сигналізації. Система безпеки працює 24/7 - в мегаполісі і за містом, в ліфтах, підземних переходах і парковках.

### 3. Funny Finch – пес, який спілкується та виконує команди.

Прикольний віртуальний улюбленець, який реагує на голосові команди та відповідає на питання. На відміну від інших питально-відповідних систем, Фінч може сам задавати питання і жартувати.

TIW в Україні: м. Київ, вул. Пимоненка, 13, 7А/51; [info@tiwinnovations.com](mailto:info@tiwinnovations.com).

## EPAM



Програмування в нашому ДНК. З 1993 року ми допомагаємо світовим лідерам придумувати, проектувати, розробляти і впроваджувати програмне забезпечення, яке змінює світ. Ми розробляємо технології майбутнього сьогодні. Наші знання, експертиза та досвід в різних напрямках дозволяють нам створювати для своїх клієнтів рішення, які виводять бізнес на новий рівень. Правильні технології перетворюють бізнес-стратегії в результати. Ми створюємо повнофункціональні рішення для самих різних галузей - рішення для успіху і руху вперед. Ми більше, ніж просто розробники. Ми експерти, які допомагають вивести ваш бізнес на новий рівень.

EPAM Systems – американська ІТ-компанія, розробник програмного забезпечення на замовлення, фахівець з консалтингу, резидент Білоруського парку високих технологій. Штаб-квартира компанії розташована в Ньютаун (США, штат Пенсільванія), а її відділення представлені в 25 країнах світу.

EPAM в Україні: м. Київ, ул. Кудряшова, 14-Б; <https://www.epam.com/>

Наукове видання

**IV МІЖНАРОДНА  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ  
"Обчислювальний інтелект"**

16-18 травня 2017 року

Тези доповідей

Підписано до друку 11.08.2017. Формат 60x84<sup>1/8</sup>  
Гарнітура Times. Папір офсетний.  
Друк офсетний. Наклад 70. Ум. друк. арк. 20,0. Зам. № 217-8143

Надруковано у Видавничо-поліграфічному центрі "Київський університет"  
01601, Київ, 6-р Т. Шевченка, 14, ☎ 239 3128  
Свідоцтво внесено до державного реєстру ДК № 1103 від 31.10.02.



## ПАРТНЕРИ

### IV Міжнародної науково-практичної конференції "ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ІНТЕЛЕКТ – 2017"



#### «ЕС ЕНД ТІ УКРАЇНА» Інноваційний системний інтегратор

Корпорація фокусується на ІТ-консалтингу, розвитку, впровадженні та підтримці ІТ-рішень, процесів і систем у таких галузях, як телекомунікаційна, фінансових послуг, промислова, торгівельна, паливно-енергетична та у державному секторі. Штаб-квартира S&T AG знаходиться у м. Лінц (Австрія).



#### Technologies Improving the World (TIW)

TIW – інноваційна компанія, яка створює ІТ-продукти в області комунікацій і безпеки. Заснована в 2013 р., орієнтована на розробку перспективних ідей в ІТ-індустрії з найбільшим соціальним потенціалом.



#### <eRam>

З 1993 року ми допомагаємо світовим лідерам придумувати, проектувати, розробляти і впроваджувати програмне забезпечення, яке змінює світ. Ми розробляємо технології майбутнього сьогодні. Наші знання, експертиза та досвід в різних напрямках дозволяють нам створювати для своїх клієнтів рішення, які виводять бізнес на новий рівень.