Nataliya D. Pankratova (Ed.)

System Analysis and Information Technologies

15-th International Conference SAIT 2013
Kyiv, Ukraine, May 27-31, 2013

Proceedings

IASA

Institute for Applied System Analysis
of National Technical University of Ukraine
"Kyiv Polytechnic Institute"

UDC [519.7/.8:(004+007)](100)(06)
ББК 22.18я43+72я43
С40

Volume editor:
Nataliya D. Pankratova, Dr.Sc., Prof.

Editorial board:
Petr I. Bidyuk, Dr.Sc., Prof.
Nataliya D. Pankratova, Dr.Sc., Prof.
Anatoliy I. Petrenko, Dr.Sc., Prof.
Yuriy P. Zaichenko, Dr.Sc., Prof.
Elena L. Oparina

Revising:
Gennadii D. Kiselyov, Ph.D.
Mykola A. Murga
Nadezhda I. Nedashkovskaya, Ph.D.
Elena L. Oparina
Lidiya V. Sidolaka
Oleksandr M. Terentiev, Ph.D.

Design and typesetting:
Mykhailo P. Makukha

System analysis and information technologies: 15-th International conference SAIT 2013, Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013. Proceedings. – ESC "IASA" NTUU "KPI", 2013. – 516 p.

С40 **Системный анализ и информационные технологии**: материалы 15-й Международной научно-технической конференции SAIT 2013, Киев, 27-31 мая 2013 г. / УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ". – К.: УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2013. – 516 с. – Текст: укр., рус., англ.

С40 **Системний аналіз та інформаційні технології**: матеріали 15-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2013, Київ, 27-31 мая 2013 р. / ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ". – К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ", 2013. – 516 с. – Текст: укр., рос., англ.

This book of abstracts includes issues connected with the research and development of complex systems of various nature in conditions of uncertainty and multifactor risks, Grid and high performance computing in science and education, intelligent systems for decision-making, progressive information technologies for needs of science, industry, economy, and environment. The problems of sustainable development and global threats estimation, forecast and foresight in tasks of planning and strategic decision making are investigated.

В сборнике рассматриваются вопросы, связанные с разработкой и исследованием сложных систем разной природы в условиях неопределенности и многофакторных рисков, Grid и систем высокопроизводительных вычислений в науке и образовании, интеллектуальных систем поддержки принятия решений, прогрессивных информационных технологий для потребностей науки, промышленности, экономики, окружающей среды. Исследуются вопросы устойчивого развития и оценивания глобальных угроз, прогноза и предвидения в задачах планирования и принятия стратегических решений на уровне регионов, больших городов, предприятий.

У збірнику розглядаються питання, що пов'язані з розробкою та дослідженням складних систем різної природи в умовах невизначеності та багатофакторних ризиків, нових інформаційних технологій, Grid і систем високопродуктивних обчислень в науці і освіті, інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, прогресивних інформаційних технологій для потреб науки, промисловості, економіки та навколишнього середовища. Досліджуються питання сталого розвитку та оцінювання глобальних загроз, прогнозу та передбачення в задачах планування та прийняття стратегічних рішень на рівні регіонів, великих міст, підприємств.

© Institute for Applied System Analysis
NTUU "KPI", 2013

ISBN 978-966-2748-32-1 (print)
ISBN 978-966-2748-33-8 (ebook)
http://sait.kpi.ua

Table of contents · Содержание · Зміст

Plenary talks · Пленарные доклады · Пленарні доповіді **15**
Bazylevych R.P., Bazylevych L.V. Large-scale intractable combinatorial problems: Hierarchical clustering and multilevel optimization with macro-models as an efficient approach to obtain high-quality solutions . . . 16
Zgurovsky M.Z., Feinberg E.A., Kasyanov P.O. Optimality conditions for total-cost partially observable Markov Decision Processes . . . 17
Бейко І.В. Методи комплексної оптимізації математично-комп'ютерних моделей та стратегій керування в умовах неповних даних . . . 19
Горелова Г.В., Масленникова А.В. Проектирование стратегий развития социально-экономических систем на основе композиции когнитивного моделирования и системной динамики . . . 20
Любчик Л.М. Подавление возмущений в многомерных системах, квазиинвариантность и обратные задачи динамики . . . 22
Петренко А.І. Хмарні обчислення в комп'ютеризації проектування . . . 24
Сирота Е.П., Богушевская Н.В. Структурирование подачи знаний для выпускника направления подготовки «Программная инженерия» . . . 26
Райгородский А.М. Вероятностные модели веб-графов: их статистические свойства и приложения . . . 28
Popper R. Key challenges of system analysis and information technologies supporting decision-making processes of research commissioning organisations . . . 28

Section 1. System analysis of complex systems of various nature
Секция 1. Системный анализ сложных систем разной природы
Секція 1. Системний аналіз складних систем різної природи **29**
Bayas Sampedro M.M. Resource allocation problem in the frame of distributed objects coordination using genetic algorithms . . . 31
Berbyuk V.E., Demydyuk M.V., Lytwyn B.A. Calculation of dynamical characteristics of human gait with below-knee prosthesis . . . 32
Khomenko O.V. Dynamics of vortices in near-wall flows with irregular boundaries . . . 34
Makukha M.P., Oparina O.L. Text analytics approach to technology foresight . . . 35
Matsuki Y., Bidyuk P.I. Theory, algorithm and condition for aggregating economic benefit and health damages of coal fuel . . . 36
Nazarenko O.I. Dynamic balanced scorecard modelling for sustainable supply chain development using system dynamics approach . . . 37
Єремєєв І.С., Дичко А.О. Моніторинг довкілля і теорія фракталів . . . 38
Івченко В.А. Державна політика сталого розвитку України . . . 40
Івінський А.В. Моделювання епідемічного процесу у закритому стратифікованому середовищі . . . 42
Агеева И.В. Обнаружение структурных сдвигов в моделях копул . . . 43
Аркуша А.Д., Артемова Г.О., Гусарова Н.Ф., Добренко Н.В. Оптимизация бизнес-процессов предприятия с использованием метрик связности и сцепления . . . 44
Бабич Л.В. Аналіз данних з використанням Байєсовських моделей . . . 46
Бахрушин В.Е. Эмпирические функции распределения в прикладных статистических исследованиях . . . 47

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Бейко І.В., Щирба О.В. Побудова прискорених алгоритмів для розв'язування оптимізаційних задач із частинними похідними . . . 49
Бодрик Н.П. Стійкість розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь зі змінним запізненням і зовнішніми випадковими збуреннями . . . 50
Болдак А.О., Сухарев Д.Л. Кількісна оцінка інформаційних втрат при перетворенні вимірювальних шкал . . . 51
Бояринова Ю.Е., Городько Н.А. Гиперкомплексный подход к моделированию процессов в системах организационного управления . . . 53
Булаенко Д.В., Синельникова О.И. Метод построения многофакторной модели цены на жилую недвижимость . . . 54
Булах В.А., Перепелкина Л.В. Модели и методы принятия решений при управлении инвестиционными решениями с объектами недвижимости в условиях рыночных отношений 55
Буценко Ю.П., Лабжинський В.А. Побудова марківської моделі системи екологічного моніторингу . . . 57
Васильев В.И., Висталь Д.М. Метод структурно-параметрического анализа коммуникационных сетей . . . 58
Волкова В.Н., Логинова А.В. Развитие теории управления инновациями на основе теории систем . . . 60
Гавриш О.А., Войтко С.В. Динаміка індексу економічного виміру сталого розвитку в оцінюванні впливу глобальної економічної кризи . . . 62
Глушак Л.В. Формализация процесса построения стратегии развития коммерческого банка 64
Гоблик А.В. О применении метода наведенного потенциала в градостроительных задачах 65
Голинко И.М., Галицкая И.Е., Степаненко В.Ю. Анализ системы искусственного микроклимата как технологического комплекса с интегрированной системой управления 66
Голоднов К.А. Построение интеграла Лебега на множестве функций, принимающих значения в банаховом пространстве с дополнительной структурой порядка . . . 67
Голышев Л.К. Природа источника информации в задачах, связанных с познавательной деятельностью . . . 68
Горбань Н.В. Регулярність всіх слабких розв'язків та їх атракторів для рівняння реакції-дифузії з багатозначною функцією взаємодії в необмеженій області . . . 70
Горват О.В., Жданова О.Г. Складання розкладу виконання робіт з загальним директивним терміном в системі з декількома машинами різної продуктивності . . . 71
Городецкий В.Г., Полищук В.Е., Осадчук Н.П. Реконструкция некоторых хаотических систем по одной наблюдаемой переменной . . . 73
Горячая В.А., Угрюмова Е.М. Усовершенствованный метод классификации состояний медико-биологических систем . . . 75
Гринченко М.А., Чернишова М.О., Чередніченко О.Ю. Модифікація конкурсного механізму розподілу ресурсів проекту . . . 77
Губарев В.Ф., Дяденко О.Н. Метод управления состоянием линейной динамической системы на основе модели прогноза . . . 79
Гусарова Н.Ф., Иванов Р.В., Берницына В.А., Добренко Н.В., Артемова Г.О. Формирование критериального пространства для продвижения сервисов электронных торговых площадок . . . 81
Данилов В.Я., Марчук П.П. Розробка і дослідження нейромережевих методів ідентифікації та псевдофазової реконструкції атракторів динамічних систем . . . 83
Денисенко А.И., Насальский В.В. Моделирование загрязнения русла Днепра промышленными стоками . . . 84
Дмитрук В.А., Гончарук В.Є., Чернуха О.Ю. Комп'ютерне моделювання процесів вологоперенесення в бетонних конструкціях . . . 85
Донченко В.С., Тарасова О.В. Псевдообернення у векторному та матричному МНК . . 87
Дубовой В.М., Дерман Г.Ю., Пилипенко І.В. Модель розвитку корпоративної ІС в умовах невизначеності . . . 90

Дьоміна А.О., Орєхова Н.А. Значення та принципи прототипування у побудові програмних систем, що базуються на сервісно-орієнтованій архітектурі . . . 91
Жидков А.С., Мартынов В.В. Анализ задачи построения расписания . . . 92
Заводник В.В. Об одной задаче повышения живучести функционирования сложных технических систем в условиях дестабилизирующих многофакторных рисков . . . 94
Завэртаный В.В., Макаренко А.С. Конкуренция кооперативных стратегий в многоагентных системах с сигнализицией и агрессивным поведением . . . 95
Задворний Ю.І., Селін О.М. Аналіз методів математичного моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері . . . 96
Заец Р.В. Научно-техническая и инновационная политика как объект системного анализа и проектирования . . . 97
Зайцева Е.Є., Воропаєва В.Я., Долгіх І.П. Оптимальне управління дискретно-подійними системами з багатьма входами . . . 99
Зайцева И.В., Попова М.В. Системный подход к определению структуры трудового потенциала региона . . . 101
Зайцева К.А., Коваль О.В. Комп'ютерне моделювання соціально-економічного розвитку регіону . . . 103
Заяць В.М. Ітераційний підхід до мінімізації похибки числових методів другого порядку 104
Зеліковська С.І., Каніовська І.Ю. Аналіз методів математичного моделювання демографічних процесів . . . 106
Зинченко А.Ю. Применение информационной технологии к исследованию нелинейной системы Чена . . . 107
Касимов А.М., Изотова О.О. Утилизация ванадиевых соединений из золошлаков промышленной энергетики . . . 109
Кирилычев А.А., Ивановский Н.В., Чёрный С.Г. Применение экспертных технологий для анализа расхода топлива в судовождении . . . 111
Киричок Т.Ю. Вирішення багатокритеріальних задач розвитку банкнотного виробництва 113
Кисельова О.Г., Євтушенко Ю.М. Ентропійні методи аналізу фізіологічних часових рядів 114
Козуля Т.В., Ємельянова Д.І. Використання MI-чисел при формуванні комплексної оцінки екологічності виробництва і природно-техногенних комплексів . . . 115
Коляда Ю.В., Кравченко Т.В., Трохановський В.І. Числове моделювання траєкторій економічного розвитку об'єкта господарювання . . . 117
Коряшкина Л.С., Зайченко О.В., Правдивый А.В. Нелинейные динамические задачи оптимального разбиения множеств и их приложения . . . 118
Костюкович С.Н., Кравец О.А., Марков С.В. Моделирование, оптимизация и реализация логистических бизнес-процессов в SAP ERP. Опыт преподавания в БГУ учебного курса "Логистическая цепочка поставок" по программе университетского альянса SAP 119
Кузнєцов В.П. Прогнозування об'єму страхових виплат за допомогою моделі Хольта-Уінтерса . . . 121
Кузнєцова Н.В. Аналіз і оцінювання інформаційних ризиків . . . 122
Кулик О.О. Застосування прихованих марківських моделей для розпізнавання злитого мовлення . . . 124
Кісельова О.М., Коряшкіна Л.С., Шевченко Т.О. Динамічна задача оптимального розбиття множин з інтегральними обмеженнями та розміщенням центрів підмножин . . . 126
Лопатин А.К., Черненко О.Б. Построение статистических циклов на основе метода нормированного размаха Херста . . . 127
Лукашів Т.О., Ясинський В.К. Асимптотична стохастична стійкість в цілому систем випадкової структури із зовнішніми збуреннями . . . 129
Малик І.В. Відновлення розв'язку звичайного диференціального рівняння . . . 130
Мастерной И.О. Комплексный подход к построению торговой стратегии на валютном рынке FOREX . . . 132
Мельник К.В. Автоматизация процесса медицинского скрининга . . . 134

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Михайленко Я.М., Подколзин Г.Б. **R**-матрицы для алгебр Ли малых размерностей . . 136
Мутталибова Ш.Ф., Пашаев Н.М., Рагимов Р.М. Методика оценки процессов опустынивания на основе «данных ДЗ» и ГИС-технологий 137
Мілявський Ю.Л. Дослідження стійкості та мінімальнофазовості багатовимірних динамічних систем з різними частотами дискретизації вхідних і вихідних координат 139
Настенко Е.А., Белошицкая О.К. Клеточно-автоматная модель работы капилляров на основе программы Cellular Automata (v. 6.1.2) 140
Негоденко А.С., Селін О.М. Розробка імітаційної моделі роботи страхової компанії з використанням теорії масового обслуговування 141
Недашківська Н.І. Коригування матриць парних порівнянь без участі експерта 142
Нікуліна А.О., Стусь О.В. Використання методів спектральної теорії графів для вдосконалення когнітивних моделей 143
Окушко С.В., Зібарова Т.А. Задачі технологічного й абстрактного синтезу моніторингу 144
Орлов О.А. Методика оцінювання сталого розвитку муніципалітетів 146
Піндак Р.О., Яцишин М.М. Створення концептуально-алгоритмічної моделі процесу усунення флюїдопрояву при бурінні нафтових і газових свердловин 147
Палійчук Л.С. Глобальні атрактори для автономного хвильового рівняння з розривною нелінійністю 149
Панкратов В.А. К реализации стратегии инновационного развития на основании когнитивного моделирования 150
Панкратова Н.Д., Гладуш А.И. Модификация подхода к восстановлению функциональных зависимостей 151
Панкратова Н.Д., Дашук В.А., Бузань И.В. Восстановление функциональных закономерностей на основе многочленов Гегенбауэра 152
Панкратова Н.Д., Гоменюк О.В. До розвитку інноваційних технологій в Україні 154
Панкратова Н.Д., Зражевська Н.Г. Обгрунтування перспективності розвитку пріоритетних галузей науки в Україні 156
Панкратова Н.Д., Чабан О.О. До розробки підходу до формалізації показників сталого розвитку 157
Пархомчук Д.М., Візнюк О.В. Ідентифікація багатовимірних лінійних стаціонарних систем за похибкою передбачення з використанням генетичних алгоритмів оптимізації . . 158
Пархомчук Д.М., Тимошенко Ю.О. Аналітичний розв'язок некоректних задач динамічними методами 159
Печурин Н.К., Кондратова Л.П., Печурин С.Н. Оценка эффективности межуровневого взаимодействия в эталонной модели с позиций функционального анализа 160
Пигнастый О.М. PDE-модели управления производственной поточной линией 161
Пинчук В.П., Кривцун Е.В. λ-однородные и реберно-транзитивные графы. Численное исследование 163
Поливода О.В., Рудакова А.В. Методы оперативного управления влагообеспечением в ирригационных системах с прогнозирующей моделью 165
Польская О.В., Кудерметов Р.К., Грушко С.С. Концепция качества восприятия вебсервисов 166
Полянская Т.Н. Интеллектуальные системы принятия решений по созданию курортополиса Большой Ялты 167
Попович М.М. Підприємництво в системі взаємодії задля сталого розвитку 169
Потапенко А.Ю. Построение поверхностного интеграла по поверхности произвольной коразмерности в $\mathbb{R}^n$ 171
Просвирнин В.И., Голиков С.П., Авдеев Б.А. Влияние наложенного магнитного поля на эффективность очистки гидроциклона 172
Радюк А.Н., Борота А.В. Единая информационно-аналитическая система поддержки принятия управленческих решений с использованием данных дистанционного зондирования Земли 173

Реутов О.А. Різнотемпова дискретизація координат у фінансових процесах України . 174
Ризун Н.О., Тараненко Ю.К. Модель идентификации когнитивных процессов тестируемого как переходных характеристик адаптивного ПИД-регулятора 176
Родиненко Т.С., Селін О.М. Застосування ієрархічних методів кластерного аналізу в сфері сталого розвитку країн 178
Савельев О.О. Задачи прогнозирования связей в динамических социальных сетях . . . 179
Савченко І.О. Стратегія формування сценаріїв на основі груп конфігурацій в модифікованому методі морфологічного аналізу 181
Савченко А.С., Холявкина Т.В. Анализ асимптотической устойчивости системы управления телекоммуникационной сетью 182
Савчук О.Б. Порівняльний аналіз методів прогнозування очікуваної тривалості життя 184
Сватко В.В. Використання моделі ефективного транспортного засобу для визначення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля 185
Севастьянов А.К. Междисциплинарные системно-методологические аспекты непрерывного улучшения качества жизни и устойчивого развития 186
Селін Ю.М. Розробка інформаційно-аналітичної системи супроводу процесу нормотворення електронного парламенту з використанням методології передбачення 188
Снитюк В.Є., Завгородній К.Р. Проблема оптимізації пасажироперевезень в місті . . . 189
Снігірьова Т.А. Дослідження тіньової складової економіки та її впливів модифікованим монетарним методом 190
Соловйов В.М., Чабаненко Д.М. Методи кількісної оцінки складності 192
Стефанишин Д.В. Імовірнісний аналіз надійності і безпеки гідротехнічних споруд (системний підхід) 194
Стрелец В.Е., Трончук А.А., Угрюмова Е.М. Математические модели и метод решения задачи совершенствования систем с многоэшелонной ирархией 195
Тарасова А.В., Скатков А.В. Системный анализ оптимизации распределения материальных потоков в структурно неоднородных средах 197
Терещук И.В. Разработка математической модели процесса бюджетирования 199
Терпіль Є.О., Макаренко О.С. Моделювання суспільної думки з використанням клітинних автоматів 200
Тимофієва Н.К. Підкласи розв'язних задач із класів задач штучного інтелекту 201
Тимошенко Ю.А., Илич Я.И. Современные информационные системы как объект системного анализа 203
Тимощук О.Л., Шапка А.С. Оценка трудоспособности персонала, как показатель надежности 204
Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Оптимизация структуры многопродуктовых сетей с дискретными мелкопартионными потоками 205
Федорець О.А., Хнигічева А.М. Моделювання безпеки екологічних систем на основі модифікованого ймовірнісно-алгебраїчного методу 207
Фесюк О.В. Web-орієнтована система для знаходження щодобового погодинного оптимального завантаження енергосистеми 209
Ходаков В.Е., Соколова Н.А., Крючковский В.В. Мониторинг показателей региональнопроизводственных социально-экономических систем 210
Ходневич Я.В. Про підхід до моделювання динаміки водного потоку при оцінці місцевих деформацій русла 211
Чапля Є.Я., Чернуха О.Ю., Давидок А.Є. Моделювання потоків домішки у стохастично неоднорідному тілі з бета-розподілом шаруватих включень 212
Чередниченко О.Ю. Проблемы измерения качества в социально-экономических системах 214
Чернуха О.Ю., Гера Б.В., Білущак Ю.І. Двоточкова функція кореляції випадкового поля концентрації в півпросторі з ерлангівським розподілом шаруватих включень . . . 215
Чугай А.М., Злотник М.В., Семкин В.В., Лимаренко И.В. Один из подходов к улучшению функции цели в задачах упаковки 217

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Шаронова Н.В., Козуля М.М. Ентропійна оцінка факторів визначення ступеню хвороби й груп захворювання . . . 218
Шафеев Р.А. Разработка SaaS сервиса для решения динамической задачи маршрутизации 220
Шевчук О.А. Математические модели и алгоритмы трехуровневой системы принятия решений при планировании строительно-монтажных работ . . . 222
Юрченко И.В., Ясинский В.К. О поведении решения линейного автономного стохастического уравнения в частных производных со случайными параметрами в правой части 224
Якимчук В.Г., Суханов К.Ю., Порушкевич А.Ю. Дешифрирование гиперспектральных изображений урболандшафтов с использованием спектрального соответствия . . . 225
Якунин М.А. Обеспечение рационального уровня информированности ЛПР в процессе функционирования СТС . . . 227
Ясинський В.К. Про існування та стійкість сильного розв'язку стохастичної дифузійної системи випадкової структури з післядією під впливом марковських перемикань . . . 228

Section 2. Intelligent systems for decision-making
Секция 2. Интеллектуальные системы принятия решений
Секція 2. Інтелектуальні системи прийняття рішень 229
Bidyuk P.I., Shelvinskyi I.M. Detection of massive fraud attack cases in financial institutions using change point analysis . . . 231
Kanel P.O. Fractal forecasting . . . 232
Konovalenko S.N. Preparing input information as a major part of the information processing system . . . 233
Makuh E.R., Spectorsky I.Ya. Convergence of functional sequences and taylor series with convex fuzzy argument . . . 234
Morozov R.Yu. The use of combined machine learning approaches for theory of scheduling tasks 236
Voloshyn I.V. Risk-adjusted pricing of amortising loan on "Cash Flow at Risk" basis . . . 237
Єгорова О.В. Нечіткі моделі управління запасами з урахуванням помилок вхідного контролю . . . 238
Іванов С.М., Карасюк В.В. Семантична модель системи знань для навчання . . . 240
Андрияшенко Г.В., Свитый И.Н. Система поддержки принятия решений коммерческого директора зерноперегрузочного терминала при заключении договоров на перевалку зерна 242
Анцибор Д.В., Терновой М.Ю. Подход к построению онтологии системы биллинга . . . 244
Бабиюк Г.Г., Зайченко Е.Ю. Экспертная система для принятия автоматических решений при выборе транспортного средства . . . 246
Батіщев О.С., Обламський В.В., Смирнов Ю.М. Система моделювання поведінки роботів у багатоагентному середовищі . . . 247
Бережной В.Г., Жданова Е.Г., Селезнёва О.А. О гибридном алгоритме решения задачи маршрутизации транспортных средств с учетом временных окон . . . 249
Братусь О.В., Подладчіков В.М. Розробка методів прогнозування на основі фільтра Калмана . . . 251
Бідюк П.І., Гуз Т.С. Оцінювання та прогнозування волатильності фінансового ринку . 252
Бідюк П.І., Сіленко В.В. Автоматизований вибір прогнозуючих моделей у ІСППР . . . 253
Винокуров Д.С., Фесечко Д.В. Порівняння методів кластеризації для задачі сегментації зображень . . . 255
Волошин М.І. Ціноутворення банківських депозитів фізичних осіб з урахуванням ризику ліквідності . . . 256
Волошин Н.В. Автоматическое распознавание лакун интрофизическим методом . . . 257
Ворчак И.А., Терновой М.Ю., Штогрина Е.С. Комбинирование алгоритма муравьиных колоний и генетического алгоритма для интеграции баз нечетких знаний . . . 259
Гнатенко П.А. Использование нечетких нейронных сетей для борьбы с фишингом . . 260
Гуляницький Л.Ф., Павленко А.І. Розробка і дослідження еволюційних методів прогнозування . . . 261

Гуляницький Л.Ф., Турінський В.В. Застосування метаевристичних алгоритмів для розв'язання одного класу задач розміщення прямокутників на напівнескінченній стрічці 262
Гінзбург М.М. Використання гексагонального растру для задач обробки зображень та розпізнавання образів . . . 263
Данченко А.Л. Исследование единичных показателей комплексного критерия качества электронных образовательных ресурсов . . . 265
Донченко В.С., Голік А.О. Застосування матричних векторів ознак у задачі розпізнавання дактильної мови жестів . . . 267
Драган Д.Д., Поляков А.Ю. Методи виявлення і розпізнавання рухомих об'єктів при відеоспостереженні . . . 268
Древаль М.М., Йолкіна О.О. СППР для проектної організації . . . 269
Дідковська М.В., Рожанчук О.С. Застосування інтелектуальних агентів в задачі побудови рекомендуючих систем . . . 270
Желдак Т.А. Використання модифікованого методу моделювання штучних імунних систем для вирішення комбінаторних оптимізаційних задач . . . 271
Зайченко Е.Ю. Территориальное планирование размещения базовых станций беспроводных широкополосных сетей . . . 273
Зайченко Ю.П. Анализ финансового состояния и прогнозирование риска банкротства банков в условиях неопределённости . . . 274
Зайченко Ю.П., Мурга Н.А. Направления исследований в области автоматического трейдинга на финансовых рынках . . . 275
Зайченко Ю.П., Четырбок П.В. Распознавание объектов в условиях помех с использованием критерия на основе векторной меры близости в пространстве ошибок . . . 277
Звенигородский А.С., Чернышова В.Н. Оценка числовых ответов в компьютерных системах тестирования знаний . . . 278
Землянский О.Н. Аспекты неопределенности процесса постпрогнозирования концентрации опасных химических веществ после аварии . . . 280
Зенькович М.В. Оценка инвестиционных проектов создания литейных производств по результатам экспериментов с имитационной моделью . . . 281
Иевлева С.Н., Фролов В.А. Методы оптимизации плановых режимов работы компрессорной станции магистрального газопровода с учетом технического состояния технологического оборудования . . . 283
Канель П.О. Системы поддержки принятия управленческих решений в условиях рыночной экономики . . . 284
Киселева Е.М., Семчина П.В. Сравнение геометрических форм границ оптимального нечеткого разбиения множества для некоторых метрик . . . 285
Киян М.А., Подладчіков В.М. Застосування алгоритмів згладжування для попередньої обробки статистичних сонячних даних . . . 286
Кондратенко Н.Р., Снігур О.О. Нечітке моделювання в задачах аналізу цілісності зображень . . . 287
Коршевнюк Л.О., Терентьєв О.М., Бідюк П.І. Методика побудови математичних моделей динамічних процесів . . . 288
Кравець І.О., Крикунова К.Г., Ковальчук Є.О. Система підтримки прийняття рішень для вибору оптимальної стратегії фірми на базі нечітких нейронних мереж . . . 290
Кравець П.І., Лукіна Т.Й., Жеребко В.А., Шимкович В.М. Програмні засоби реалізації оптимізаційних алгоритмів керування складними технічними системами та комплексами 291
Литвин В.В., Верес О.М., Гопяк М.Я., Полтавський Д.Д. Підхід до оцінювання якості онтологій баз знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень . . . 292
Лысенко А.С., Синельникова О.И. Метод построения стратегии управления развитием футбольного клуба в условиях конкурентного рынка . . . 293
Льовкін В.М. Система підтримки прийняття рішень з управління інвестиціями . . . 294
Лях А.Ю. Формирование перечня маршрутов для социального веб-сервиса . . . 296

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Мазурок Т.Л. Интеллектуальные средства принятия решений в автоматизированной системе управления обучением . . . 297
Малышевская Е.Н. Анализ современных автоматизированных систем для обработки медицинских изображений . . . 299
Мальчевський Ю.В. Використання методу опорних векторів в задачах класифікації текстів 300
Мащенко Е.Н., Шевченко В.И. Исследование процессов управления качеством ИТ-сервисов для бизнес-критических систем методами кластерного анализа . . . 301
Мащенко С.О., Бовсунівський О.М. Проблема вибору за нечіткою множиною відношень переваги . . . 302
Николаев С.С., Тимошенко Ю.А. Прогнозирование потребления электроэнергии с помощью нейронных сетей . . . 304
Олефір О.С., Чернявський А.С. Аналіз автокореляційної та часткової автокореляційної функцій ряду для ідентифікації АРПКС-процесу . . . 306
Омельянчик Д.А. Моделювання процесу навчання фірм в агентно-орієнтованій моделі функціонування економіки . . . 307
П'ятецький П.А. Побудова прогнозів часу виконання для задач із закриття операційного дня банку з використанням моделей АР, АРКС, АРІКС та АРУГ . . . 309
Письменний І.О. Кластеризація тегів соціального веб-сервісу . . . 310
Поворознюк А.И., Филатова А.Е. Синтез обобщенного решающего правила для структурной идентификации биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками . . . 311
Примостка А.О. Теоретичні підходи до визначення програмних агентів та мультиагентних систем . . . 313
Пікуляк М.В., Козич О.В. Квантування навчального контенту на основі теорії мультимножин . . . 315
Рибицька О.М., Заяць В.М. Приховані можливості математики при статистичній обробці інформації . . . 317
Ролик А.И., Захаров Д.С. Непараметрическая оценка качества сервисов корпоративной ИТ-инфраструктуры с использованием нечеткой логики . . . 319
Руденко М.С. Інформаційно-екстремальний алгоритм адаптивного випадкового пошуку набору яскравості пікселів при розпізнаванні зображень онкологічних захворювань . . . 321
Севернюк Д.О. Применение нечеткой нейросети NEFClass в задаче классификации изображений лиц человека . . . 322
Селиванова А.В. Системный подход к управлению холодильной установкой . . . 323
Сергеев Н.С. Проектирование механизма принятия решений как системы опорных точек – псиатомов в программной среде Matlab/C++ . . . 325
Сидорук І.А., Зайченко Ю.П. Задача оптимізації інвестиційного портфеля з використанням результатів прогнозування НМГУА . . . 327
Станкевич О.А. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для формування тестової множини . . . 328
Татаринов Е.А. О сложности восстановления графов . . . 329
Фабричева Е.В., Подладчиков В.Н. Применение методики Пирсона для нахождения законов распределения характеристик корональных выбросов массы на Солнце . . . 331
Чорноус Г.О., Лебідь Д.О. Застосування інтелектуальних алгоритмів для підтримки прийняття рішень в комерційному банку . . . 332
Шабетя А.А., Парис Ю.П. Создание СППР на предприятиях по производству ответственных изделий из стекла . . . 333
Шевченко Е.А., Ручкин К.А. Адаптивный алгоритм Кенни для задачи распознавания ладони на сложных цветных изображениях . . . 334
Шелест А.В., Карпенко Д.И. Система поддержки принятия решения относительно выбора рациональной структуры питания . . . 335

Шовгун Н.В. Исследование эффективности нечетких нейронных сетей в задаче оценки кредитоспособности физических лиц . . . 337
Щелкалин В.Н. Системный подход к синтезу класса моделей для прогнозирования взаимосвязанных нестационарных временных рядов . . . 338

Section 3. High Performance Computing and Microsystems Engineering
Секция 3. Высокопроизводительные вычисления и разработка микросистем
Секція 3. Високопродуктивні обчислення та розробка мікросистем 341
Skakun S.V. Earth observation and Sensor Web based information technologies for natural hazards risk assessment . . . 343
Волжева М.В., Кизуб Л.А. Веб-сервис анонимного доступа в Грид-хранилище для ЭКГ 345
Волк М.А., Ал Шиблак Муаз Модели процессов распределенной имитации для консервативных и оптимистических методов синхронизации . . . 347
Грицку І.П., Дейбук В.Г. Використання генетичних алгоритмів для синтезу зворотних квантових мереж . . . 348
Драган Д.Д., Поляков А.Ю. Аналіз безпеки веб-порталу GRID ALLTED за допомогою засобів автоматизованого тестування . . . 349
Кирюша Б.А. Аналіз методів автоматизованого трасування зв'язків для напівавтоматичної генерації параметризованих інтегральних схем . . . 350
Кисельов Г.Д., Харченко К.В. Застосування хмарних технологій в дистанційному навчанні 351
Кислий Р.В. Інтелектуальний аналіз даних в хмарних системах . . . 352
Кудря В.Г., Лановий В.В. Моделі мережевих структур наноелектронних пристроїв . . 353
Минухин С.В. Алгоритмы пакетного планирования с минимизацией времени выполнения заданий и оптимизацией энергопотребления ресурсов в гетерогенных распределенных системах . . . 355
Минухин С.В., Коровин А.В. Исследование влияния выбора метода работы с входной очередью и распределения входного потока заданий на производительность Грид-системы в пакете GridSim . . . 357
Свистунов С.Я., Пелых В.В., Шадура О.В. IT инфраструктура эксперимента Alice в Украине . . . 359
Свистунов С.Я., Шевченко А.Ю. Состояние и перспективы развития Украинского национального грид. Анализ и логика возможного развития . . . 360
Сергеев А.А. Параллельное генетическое программирование на графических процессорах 362
Цегелик Г.Г., Краснюк Р.П. Математичне моделювання оптимального використання потужностей комп'ютерів у *GRID*-системі . . . 364
Юрченко В.В., Литовченко А.А. EMI Execution Service - ключ к обеспечению функциональной совместимости грид инфраструктур . . . 366

Section 4. Progressive information technologies
Секция 4. Прогрессивные информационные технологии
Секція 4. Прогресивні інформаційні технології 369
Didenko D.G. The advantages of using the DES system OpenGPSS in teaching students . . 371
Didkovska M.V., Sobolevska Iu.V. Load testing automation based on UML models . . . 373
Didkovska M.V., Sobolevska Iu.V. Architecture of load testing frameworks for distributed information systems . . . 374
Hodych O.V., Chaykivskyy N.B., Prokopiv Y.O., Maikovych O.L. Object-relational mapping: Limitations of data querying . . . 376
Myroshnikova I.Yu., Rodionov A.M. Reinforcement learning approach for grid resource allocation with reputation management . . . 378
Navrotskyi D.O. Ground-to-UAV-to-Ground hardware and software complex with encrypted communication channel . . . 379

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Podolsky S.V., Zorin Yu.M. O(1) delta component computation technique for quadratic assignment problem . . . 380
Proskurnia I.S., Bruzgys Z., Girdzijauskas S. Gossip learning with linear models on fully distributed data over clustered graphs . . . 382
Tkanko O.V. Overview of existing approaches to semantic querying using ontology in relational databases . . . 383
Tymoshenko Yu.O. The video collaboration approach to IT training centers organization . . . 384
Єгоров Я.В., Смирнов С.А. Розробка системи захисту інформації на основі онтологічного підходу . . . 386
Іванов Д.Г. Організація резервування в системах розподіленого зберігання даних . . . 387
Ажипа Н.М., Заболотня Т.М. Програмна система для перевірки форматування електронних документів . . . 388
Алексахіна І.В., Родіонов А.М. Задачі оптимального синтезу параметрів систем захисту інформації . . . 389
Арчвадзе Н.Н., Пховелишвили М.Г., Шецирули Л.Д. Решение задач планирования с помощью Model Checking . . . 391
Бенидзе Н.Н. Конечно-автоматный метод корректности программ синтаксического разбора 392
Берко А.Ю., Алексєєва К.А. Методи інтеграції різнорідних інформаційних ресурсівх web-систем . . . 394
Богдан И.В. Методы верификации диаграммы классов . . . 396
Брагина Т.И., Табунщик Г.В. Модель управления качеством web-проектов на основе тестирования . . . 398
Бритов О.А., Макеєнок О.М. Порівняння осереднюючих фільтрів . . . 400
Бритов О.А., Петренко А.І. Виявлення точок інтересу методом інтегральних проекцій 402
Бурляй И.В., Голуб С.В. Многослойные модели характеристик процесса пожаротушения в технологии мониторинга пожарной безопасности . . . 404
Величко В.Ю., Приходнюк В.В. Спосіб виділення відношень між термінами в природномовному тексті . . . 406
Виноградов Ю.М., Глушко О.Ю., Федоречко О.І. Спосіб корекції двократних помилок передачі даних . . . 407
Гавенко О.В. Новий підхід до формалізації реляційних зв'язків баз даних геоінформаційних систем . . . 408
Глущевський В.В., Мержинський Є.К. Проблеми та перспективи формування інформаційної системи екологізації інвестиційної діяльності регіону . . . 410
Говорущенко Т.О. Дослідження результатів виявлення помилок програмного забезпечення на різних етапах життєвого циклу . . . 411
Годлевский М.Д., Брагинский И.Л. Модель и алгоритм формирования плана программы усовершенствования процессов жизненного цикла программных систем . . . 413
Головко Н.С. Экстраполяция характеристик направленности синтезированных пространственных каналов цифровой антенной решетки при оценивании координат источников сигналов по методу многоканального анализа . . . 414
Гринева Е.Е., Танянский С.С. Об одном методе построения согласованной схемы многомерной базы данных на основе теории представлений . . . 415
Грушко С.С., Польська О.В. Прогресивні технології передачі даних . . . 417
Гученко І.В. Вимірювання та оцінка зручності використання програмних продуктів . . . 419
Даниш С.Т. Система ведення документообігу та розподілу ресурсів на підприємстві . . . 421
Дидковская М.В., Слюсаренко А.А. Алгоритм поиска плагиата в коде для императивных языков программирования . . . 423
Дубинский А.Г., Хорольский О.А. Графическая визуализация медицинских алгоритмов диагностики и лечения . . . 424
Дубовой В.М., Пилипенко І.В. Архітектура інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами . . . 425

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Ефремов К.В., Болдак А.А. МЦД-Украина как платформа для поддержки междисциплинарных исследований в Украине . . . 427
Жук А.С., Заболотня Т.М. Визначення вимог до веб-сервісу для порівняння прогнозних даних погодних ресурсів . . . 429
Забара С.С., Дехтярук М.Т. Автоматизована система оптимізації вантажних перевезень 430
Заговора О.В., Концевич В.Г. Системный подход к организации информационных потоков в проектно-конструкторской деятельности наукоемкого производства . . . 432
Зайцев В.Г., Цибаєв Є.І. Математична модель для оцінки часу виконання програм . . 433
Каковський В.О., Заболотня Т.М. Особливості організації програмного забезпечення для підтримки контролю досягнення цілей . . . 435
Капшук О.О., Бєлушкін М.Є. Надійність захисту веб-сайтів від автоматичного розпізнавання символів CAPTCHA . . . 436
Капшук О.О., Кондратенко В.В. Захист від спуфінгу в технологіях розпізнавання обличчя438
Килымник О.В. Автоматическое управление объектом с большим запаздыванием . . . 440
Кириленко Е.Г., Кузнецова Ю.А., Фролова Г.А. Таксономия сравнительных характеристик методов оценки usability . . . 441
Киричек Г.Г., Киричек А.А. Облачные технологии в системе оценки плагиата в программных проектах студентов . . . 443
Кльоц Ю.П. Модель піни для визначення геометричних характеристик її бульок . . . 445
Коваль О.В., Васильєв О.С., Нічіков Є.П. Тестування бортового обладнання безпілотного повітряного судна за допомогою засобів авіасимулятора . . . 446
Ковтун А.А. Исследование возможности использования пакета GridALLTED для решения задач поиска экстремумов аналитически заданных функций . . . 448
Котенко Д.А., Круглий М.О., Ліщук К.І., Муха І.П. Методика вибору моделей калькулювання собівартості продукції . . . 449
Кройтор А.В., Родіонов А.М. Алгоритм оптимального розміщення механізмів захисту в ІКС . . . 450
Кулешова О.Н. Спецификация таблиц событий с расширенным входом . . . 452
Кульбачный К.А. Использование мобильных устройств в обучении . . . 454
Лесная Н.С., Иевлев Е.С. Управление сетевыми соединениями на основе протоколов маршрутизации . . . 455
Лесько С.В., Зайцев В.Г. Модифікована система семантичного пошуку . . . 456
Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Оксанич И.Н. Теоретическая и экспериментальная оценка влияния объема подсказки на трудоемкость ввода и идентификации ключевого слова . . . 458
Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Оксанич И.Н. Относительная производительность ускоренного набора ключевого слова с пошаговой подсказкой . . . 459
Лугова О.Ю. Автоматизация документооборота кафедры . . . 460
Марковський О.П., Кошель М.О., Губська А.О. Організація захисту операційних систем мобільних пристроїв від несанкціонованого доступу з боку процесів користувачів . . . 461
Марченко В.А. Особливості застосування криптостійких алгоритмів генерації псевдовипадкових чисел у нерозкривних алгоритмах . . . 462
Матвієнко Д.В., Солохін С.О. Динамічно завантажуваний інтерфейс користувача з вбудованими обробниками подій . . . 463
Мегрелишвили Р.П., Шенгелия С.В. Оригинальная матричная однонаправленная функция и вопросы ее реализации . . . 465
Мелешко В.В., Романов В.В. Измеритель профиля позвоночника . . . 467
Можаровский В.Н., Рубец А.В. Проблемы администрирования сети приемной комиссии НТУУ "КПИ" . . . 468
Найдьонов І.М. Попередня оцінка корисності ознак в задачах моделювання при великих розмірностях . . . 469

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Найдьонов І.М. Підтримка процесу запам'ятовування за допомогою програми для електронної книги . . . 470
Начос Е.Н. Программное обеспечение виртуальных обсерваторий . . . 471
Овчарик И.И., Лескин В.Ф. Высокочастотный светодиодный драйвер с крутыми фронтами выходного сигнала . . . 472
Панков И.Ю. Система контроля данных в процессе прохождения «волн» для отборочной комиссии ВУЗа . . . 473
Повісенко С.В., Гузієнко І.В. Алгоритм покращення розпізнавання зв'язного мовлення 474
Позднякова А.В., Шеер В.А., Куприянов Ю.В., Таратухин В.В. Подходы применения методологии BPM в корпоративной среде . . . 475
Поливода В.В. Оптимізація керування процесом зберігання зерна на хлібоприймальному підприємстві . . . 477
Потапова Е.Р., Токарева Т.А., Сун Ш. Структурный метод генерации псевдослучайных наборов заданного веса . . . 478
Розновец О.И., Волощук Л.А. Исследование вопросов возможности миграции подсистем АСКУЭ в облако . . . 479
Романкевич В.А., Трищук О.Ю., Лю Х. Алгоритм формирования входных данных для модели отказоустойчивых многопроцессорных систем . . . 480
Станкевич А.А., Друк А.Ю., Годлевский И.М. Конфигурирование логистической сети цепочек поставок готовой продукции при стратегическом управлении . . . 481
Тавров Д.Ю. Застосування еволюційних обчислень до задачі мінімізації спотворень мікрофайлу в процесі його групової анонімізації . . . 482
Тарасенко В.П., Тесленко О.К., Роговенко А.І. Використання схем групового перенесення у суматорах в залишках на основі одновимірних каскадів конструктивних модулів . 484
Тихоненко Н.А. Ассоциативная обработка данных . . . 486
Туз Ю.М., Красковський О.П., Мосолаб О.О. Моделювання просторово-часових характеристик лінійних фазованих антенних решіток п'єзоперетворювачів з урахуванням амплітудних та фазових міжканальних відхилень блоку випромінювання . . . 488
Харченко М.В., Супрун В.В., Татарчук Л.М. Технологія побудови єдиних інформаційних вікон на основі вбудованих моделей . . . 489
Ходаков В.Е., Величко Ю.И. Способ внедрения системы адаптации в интерфейс программного продукта . . . 491
Чайников С.И., Солодовников А.С. Организация обмена данными между вычислительными процессами в диалоговой системе . . . 493
Шакалов Ю.В., Зайцев В.Г. Алгоритм захисту JPEG-зображень за допомогою цифрового водяного знаку . . . 495
Швец О.А. Виртуальная лаборатория как средство современного обучения и анализа знаний . . . 497
Шевченко О.Н., Шевченко Д.С. Компьютеризированная система индивидуального обучения иностранному языку . . . 499
Шпортько О.В., Шпортько Л.В. Застосування симетричних предикторів в процесі прогресуючого ієрархічного стиснення зображень без втрат . . . 500
Щеголькова В.А. Возможности современных систем дистанционного обучения . . . 502

Conference partners · Партнеры конференции · Партнери конференції **504**

Authors · Авторы · Автори **509**

Plenary talks

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

High Performance Computing and Microsystems Engineering

Progressive information technologies

Plenary talks

***Bazylevych R.P.*[1], *Bazylevych L.V.*[2]**
[1]*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine;* [2]*Institute of applied problems of Mathematics and Mechanics NASU, Lviv, Ukraine*

Large-scale intractable combinatorial problems: Hierarchical clustering and multilevel optimization with macro-models as an efficient approach to obtain high-quality solutions

Intractable combinatorial optimization problems arise in many areas: artificial intelligence, image recognition, design automation, transportation, economics, and many others. These include, for example, partitioning, packaging, placement, routing, compaction and testing. From a mathematical point of view such problems belong to NP-hard. Optimization methods are particularly important for VLSI, SoC and SOS design automation. Continuous complication of electronic and other systems requires further search for new efficient and robust approaches to solve such problems with high quality. Currently, the chips have billions of logical units. For such problems, the developed methodology can reduce the size problem and improve the quality of solutions with more reliable trapping into the area of global extremum.
General approaches were proposed for [1]:

- input of data clustering with the revealing of hierarchically built clusters;
- clusters' approximation by macro-models;
- multilevel problem solving with receiving of initial solutions and their optimization;
- global and local solutions optimization at every level with using macro-models;
- escaping from the local extrema at every level with using of hierarchically built macro-models.

Specific algorithms were developed and investigated by using such approaches for:

- hierarchical circuits free and enforced dichotomous as well as multi-ways partitioning with given characteristics [1, 3, 4];
- FPGA packaging with given constraints on the numbers of logical units and external nets [2];
- VLSI and PCB placement [1, 2];
- flexible routing with dividing of the process in the two stages: topological and geometrical that provides significant improvement in the quality of the results in comparison with the widely distributed other known methods [1];
- large-scale traveling salesman problem with a wide parallelization [5].

All proposed techniques and specific algorithms were investigated on the test-cases from the known libraries. The obtained results are not worse, and in some cases they are the best among the known. For some tests, the optimal solutions were obtained for the first time. The running time was significantly reduced with a very small loss of quality for the large-scale traveling salesman problems.

References. **1.** Базилевич Р.П., "Декомпозиционные и топологические методы автоматизированного коструирования электронных устройств", Львів, Вища школа, 1981, 168 с.
2. R.P. Bazylevych, R.A. Melnyk, O.G. Rybak, "Circuit partitioning for FPGAs by the optimal circuit reduction method", VLSI Design, Vol. 11, No 3, 2000, pp. 237-248.
3. Bazylevych R.P., "The optimal circuit reduction method as an effective tool to solve large and very large size intractable combinatorial VLSI physical design problems", in: 10-th NASA Symp. on VLSI Design, March 20-21, 2002, Albuquerque, NM, USA, pp. 6.1.1-6.1.14.
4. R. Bazylevych, I. Podolskyy and L.Bazylevych, "Partitioning optimization by recursive moves of hierarchically built clusters", in: Proc. of 2007 IEEE Workshop on Design and Diagnostics of Electronic Circuits and Systems, April, 2007, Krakow, Poland, pp. 235-238.
5. R. Bazylevych, R. Dupas, B. Prasad, B. Kuz, R. Kutelmakh, L. Bazylevych, "A Parallel Approach for Solving a Large-Scale Traveling Salesman Problem", in: Proc. 5th Indian Intern. Conf. on Artificial Intelligence, IICAI-2011, India, Dec., 2011, pp. 566- 579.

Zgurovsky M.Z. [1,2] ***Feinberg E.A.*** [3] ***Kasyanov P.O.*** [2]
[1] *National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" Kyiv, Ukraine;* [2] *Institute for Applied System Analysis of NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine;* [3] *Stony Brook University, New York, USA*

Optimality conditions for total-cost partially observable Markov Decision Processes

This note describes sufficient conditions for the existence of optimal policies for Partially Observable Markov Decision Processes (POMDPs). The objective criterion is either minimization of total discounted costs or minimization of total nonnegative costs. It is well-known that a POMDP can be reduced to a Completely Observable Markov Decision Process (COMDP) with the state space being the sets of believe probabilities for the POMDP. Thus, a policy is optimal in POMDP if and only if it corresponds to an optimal policy in the COMDP. Here we provide sufficient conditions for the existence of optimal policies for COMDP and therefore for POMDP.

Partially Observable Markov Decision Processes (POMDPs) play an important role in electrical engineering, computer science, and operations research [1]– [20]. They have a broad range of applications including sensor networks, artificial intelligence, control and maintenance of complex systems, and medical decision making. In principle, by ignoring complexity issues, it is known how to solve POMDPs. A POMDP can be reduced to a Completely Observable Markov Decision Process (COMDP) with the state space being the sets of believe probabilities for the POMDP [8, 11, 13, 14]. After an optimal policy for the COMDP is found, it can be used to compute an optimal policy for the POMDP. However, except the case of problems with finite state and action sets and a large variety of particular problems considered in the literature, little is known regarding the existence and properties of optimal policies for COMDPs in terms of the original POMDP.

This problem is studied in Hernández-Lerma [11, Chapter 4] where sufficient conditions for the existence of optimal policies for discounted POMDPs with Borel state spaces, compact action sets, weakly continuous transition and observation probabilities, and bounded continuous cost functions are provided. It is shown there that the weak continuity of the transition kernel in the filtration equation is sufficient for the existence of optimal policies for COMDPs and therefore for COMDPs. A sufficient condition for the case of a countable observation case is also provided in Hernández-Lerma [11, p. 92]. This condition is that the probability of observations depend continuously on the state-action pairs. Since this is the condition for a countable observation space, in the case of general Borel observation spaces, there are three continuity conditions on the observation probabilities that are equivalent to this condition, when the observation space becomes countable. These conditions are weak continuity, setwise continuity, and continuity in the total variation of observation probabilities (also called kernels or stochastic kernel).

We study either minimization of expected total nonnegative costs or discounted costs with the one-step cost functions bounded below for POMDPs with Borel state spaces. The goal is to obtain sufficient conditions for the existence and characterization of optimal policies for COMDPs with possibly non-compact action sets, unbounded cost functions (they are assumed bounded below), and uncountable observation sets. The one-step cost functions are K-infcompact. The notion of K-infcompactness was introduced recently in Feinberg, Kasyanov, and Zadoianchuk [9]. As shown in Feinberg, Kasyanov, and Zadoianchuk [10], this mild condition and weak continuity of transition probabilities are sufficient for the existence of optimal policies and their characterization for fully observable Markov Decision Processes (MDPs) with the expected total costs.

Of course, for the existence of optimal policies for a POMDP, additional conditions are required for the transition observation probability. We show that the sufficient condition is its continuity in the total variation of the observation transition probability. We also provide a general criterion for the existence optimal policies for weakly continuous transition observation probabilities, which is different from the weak continuity of the filtration kernel considered in Hernández-Lerma [11, p. 90,

The research was partially supported by NSF grant CMMI-0928490. The authors thank Dr. Huizhen Janey Yu and Dr. N.V. Zadoianchuk for their useful remarks.

Asumption 4.1(d)].

References. **1.** Bensoussan, A., M. Cakanyildirim, S.P. Sethi, R. Shi. 2011. *Computation of approximate optimal policies in a partially observed inventory model with rain checks*, Automatica, **47**, 1589–1604. **2.** Bensoussan, A. 1992. *Stochastic control of partially observable systems.* England: Cambridge University Press. **3.** Bensoussan, A., Cakanyildirim, M., Minjárez-Sosa, J. A., Sethi, S. P., & Shi, R. 2008. *Partially observed inventory systems: the case of rain checks.* SIAM Journal on Control and Optimization, 47(5), 2490–2519. **4.** Bensoussan, A., Cakanyildirim, M., & Sethi, S. 2007. *Partially observed inventory systems: the case of zero balance walk.* SIAM Journal on Control and Optimization, 46(1), 176–209. **5.** Bensoussan, A., Cakanyildirim, M., Sethi, S. P., & Shi, R. 2010. *An incomplete information inventory model with presence of inventories or backorders as only observations.* Journal of Optimization Theory and Applications, 146(3), 544–580. **6.** Bensoussan, A., Keppo, J., & Sethi, S. P. 2009. *Optimal consumption and portfolio decisions with partially observable real prices.* Mathematical finance, 19(2), 215–236. **7.** Bertsekas, D. P., S. E. Shreve. 1978. *Stochastic Optimal Control: The Discrete-Time Case.* Academic Press, New York (reprinted by Athena Scientific, Belmont, MA, 1996). **8.** Dynkin, E. B., A. A. Yushkevich. 1979. *Controlled Markov Processes*. Springer-Verlag, New York. **9.** E.A. Feinberg, P.O. Kasyanov, N.V. Zadoianchuk. 2013. *Berge's theorem for noncompact image sets*, J. Math. Anal. Appl., 397(1), 255–259. **10.** E.A. Feinberg, P.O. Kasyanov, and N.V. Zadoianchuk. 2012. *Average-cost Markov decision processes with weakly continuous transition probabilities*, Math. Oper. Res., 37(4), 591–607. **11.** O. Hernández-Lerma. 1989. *Adaptive Markov Control Processes*. Springer-Verlag, New York. **12.** Hernández-Lerma, O., J. B. Lassere. 1996. *Discrete-Time Markov Control Processes: Basic Optimality Criteria*. Springer, New York. **13.** D. Rhenius. 1974. *Incomplete information in Markovian decision models*. Ann. Statist. 2, 1327-1334. **14.** Y. Sawaragi, T. Yoshikawa. 1970. *Descrete-time markovian decision processes with incomplete state observations*. Ann. Math. Statist. 41, 78–86. **15.** A.N. Shiryaev. 1995. *Probability.* Springer-Verlag, New York. **16.** Smallwood, R., Sondik, E. 1973. The optimal control of partially observable Markov processes over a finite horizon. Operations Research, 21(5), 1071-1088. **17.** E.J. Sondik, 1978. *The optimal control of partially observable Markov processes over the infinite horizon: Discounted costs.* Operations Research, 26, 282–304. **18.** C. Striebel. 1975. *Optimal control for descrete time stochastic systems*. Lecture Notes in Econ. Math. Syst. 110, Springer-Verlag, Berlin. **19.** A.A. Yushkevich. 1976. *Reduction of a controlled Markov model with incomplete data to a problem with complete information in the case of Borel state and control spaces*. Theory Probab. Appl. 21, 153–158. **20.** Zgurovsky, M. Z., V. S. Mel'nik, P. O. Kasyanov. 2011. *Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing I.* Springer-Verlag, Berlin.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Бейко І.В.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Методи комплексної оптимізації математично-комп'ютерних моделей та стратегій керування в умовах неповних даних

Комплексні задачі побудови оптимізованих математично-комп'ютерних моделей складних ієрархічно керованих систем та паралельної побудови оптимізованих стратегій керування такими системами належать до актуальних задач наукового обгрунтування прийняття раціональних управлінських рішень в умовах неповних знань та неповних даних. Труднощі практичного розв'язування таких задач пов'язані зазвичай із відсутністю знань про причинно-наслідкові залежності у складному переплетінні взаємодіючих підсистем складної системи, із великою розмірністю взаємодіючих підсистем, із їх нелінійністю, ієрархічною керованістю, неповнотою даних тощо. Математично-комп'ютерним інструментарієм моделювання та оптимізації таких систем на основі відомих законів збереження та з використанням даних натурних спостережень є побудова граф-операторних моделей, вузлами яких є математично-комп'ютерні моделі підсистем. Для оптимізації граф-операторних моделей за критеріями мінімізації часу обчислень та за критеріями мінімізації похибок обчислених результатів використовуються, зокрема, методи розв'язуючих операторів. За методами розв'язуючих операторів задача побудови оптимальних керувань зводиться до суттєво простішої задачі мінімізації, яка не включає невідому траєкторію керованої системи, або ж обчислення траєкторії керованої системи здійснюється за допомогою розв'язування конструктивно спрощеної системи. Наприклад, розв'язок $x = x(u, q)$ керованої параметричної граф-операторної системи $A(x, u, q)) = b(u, q)$ із керуванням u та параметрами q обчислюється як розв'язок конструктивно спрощеної системи

$$A_1(x, u, q, B_A(u, q))) = b(u, q),$$

де B_A є розв'язуючим оператором для оператора B_1, що разом із оператором A_1 задовольняє тотожності $A(x, u, q) \equiv A_1(x, u, q, B_1(x, u))$, а оператор A_1 вибирається таким чином, щоб спростити обчислення розв'язку $x = x(u, q, w)$ системи $A_1(x, u, q, w)) = b(u, q)$ для заданого значення керування u, для заданого значення параметра q і заданого w. Будуються ітераційні алгоритми обчислення оптимізованої корекції керування та оптимізованої агрегації моделей підсистем за даними підсистем спостереження. У залежності від типу керованої системи, від типу множини допустимих керувань та вибраних критеріїв оптимальності, розв'язуючі оператори узагальнюють або обернені чи псевдо обернені матриці, або функції Гріна, функції Белмана та їх мінімаксні апроксимації. Із використанням розв'язуючих операторів будуються оптимізовані за критеріями швидкодії прискорені алгоритми для обчислення оптимальних програмних керувань, а також більш ускладнені алгоритми оптимального синтезу. Якщо практична побудова розв'язуючих операторів для нелінійної задачі виявляється надто трудомісткою, то замість розв'язуючих операторів будуються або їх асимптотичні апроксимації (асимптотично-розв'язуючі оператори) або їх мінімаксні апроксимації. Зокрема, асимптотично-розв'язуючі оператори другого порядку узагальнюють на випадок недиференцьовних критеріїв оптимальності відому в теорії автоматичного керування функцію чутливості, а асимптотично розв'язуючі оператори вищих порядків використовуються в алгоритмах вищих порядків збіжності для розв'язування нелінійних алгебро-інтегро-диференціальних π-систем оптимального керування і обґрунтування прийняття раціональних управлінських рішень.

Література. **1.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. – Киев: Изд-во Наук.думка – 2011. – 728 с. **2.** Бейко І.В., Уніфікована методологія розв'язуючих операторів як новітня інформаційна технологія для відшукання нових знань і прийняття оптимальних рішень (англійською мовою). Proc. "The Information Technology Contribution to the Building of a Safe Regional Environment", AFCEA, Europe Seminar, Kiev, 28–30.05.98, С.44–50. **3.** Бейко І.В., Розвиток методів розв'язуючих та асимптотично-розв'язуючих операторів для побудови оптимальних та асимптотично-оптимальних математичних моделей// Вісник Київського університету. Серія: Кібернетика. – 2002. – Вип.3. – С.10–15.

Горелова Г.В. [1]; ***Масленникова А.В.*** [2,3]
[1] *Южный Федеральный Университет, Таганрог, Россия;* [2] *Евразийский открытый институт;*
[3] *Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Москва, Россия*

Проектирование стратегий развития социально-экономических систем на основе композиции когнитивного моделирования и системной динамики

Изучение сложных систем, к классу которых относятся социально-экономические системы разного уровня, требует применения инструментария, позволяющего решать ряд следующих взаимосвязанных исследовательских задач: идентификации и возможности управления объектом, исследования его структуры, динамики, свойств, устойчивости, прогнозирования развития, принятия решений и др. Решение названных задач необходимо для разработки научно-обоснованных стратегий развития социально-экономических систем, что актуально и для России, и для Украины. В докладе представлены результаты теоретических и практических исследований сложных систем, которые опирались на опыт построения моделей региональной экономики [2,3,12], методологии построения динамической модели, предложенные Дж. Форрестером в модели мировой динамики [13], результаты последующих модификаций модели, выполненные под руководством академика В.М. Матросова [1,4] и когнитивных информационных технологий, разрабатываемых в Южном федеральном университете, г. Таганрог [5,6]. Отличительной чертой этих исследований является предлагаемая композиция когнитивных моделей и моделей системной динамики, что позволяет использовать преимущества обоих технологий, дополняя и расширяя их возможности в области имитационного моделирования [7].

Объединение существующих моделей когнитивного моделирования и моделей системной динамики представляется возможным в общей модели причинно-следственных связей – т.е. когнитивной модели, матрица которой содержит блоки в виде «простой» когнитивной карты (знаковый ориентированный граф), и блоки со связями между вершинами, заданными некоторыми функциями - уравнениями системной динамики. В итоге общая модель является параметрическим векторным функциональным графом [8].

Возможны две формы разработки такой общей модели: «сверху» и «снизу». Построение «Сверху»: на начальном этапе разрабатывается когнитивная модель в виде когнитивной карты G0, которая в дальнейшем уточняется и достраивается до модифицированного функционального графа, когда в его структуру включаются подграфы - модели системной динамики. Используются либо уже существующие модели системной динамики (модели типа моделей Дж. Форрестера, Медоуз Донеллы, Медоуза Денниса), либо они разрабатываются по соответствующим технологиям системной динамики. Построение «Снизу»: разрабатываются сначала отдельные блоки когнитивной модели, а далее происходит синтез их в общую когнитивную модель. Рациональным представляется путь последовательного построения «сверху» - «снизу». Этот принцип был применен при анализе социально-экономической системы «Юг России» и разработке возможных сценариев ее развития (результаты получены в рамках грантов: ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры»: грант № 2007-К-07-Т-68 «Моделирование процессов адаптации народов Юга России к социальным трансформациям»; грант № 2009-1.1-306-077-004 «Моделирование процессов социального взаимодействия и проблем национальной безопасности Юга России»), а также при проектировании стратегии развития Чусовского муниципального района (муниципальный контракт № 01/05.2 на разработку научно-исследовательской работы: «Стратегия социально-экономического развития Чусовского муниципального района Пермского края на 2013-2027 годы»). При исследовании системы «Юг России» [8,9,10] и системы «Чусовской муниципальный район» в качестве системообразующей базовой модели социально-экономического механизма региона была использована схема академика А.Г. Гранберга [12], адаптированная к современным региональным условиям изучаемых систем. На ее основе была разработана модель в виде модифицированного параметрического векторного функциональ-

ного графа, включавшая подграфы из элементов моделей системной динамики [3,4]. Далее разработанные имитационные модели (общие модели в виде вышеуказанной композиции) были проанализированы в соответствии с требованиями когнитивной методологии [5,6,9,10]: проведен анализ устойчивости системы к возмущениям, анализ структурной устойчивости, анализ сложности и связности системы, анализ возможных сценариев развития системы, проведенный с помощью импульсного моделирования на общей модели. Результаты анализа, проводимого последовательно согласно методологии когнитивного моделирования, позволил уточнить исходную модель и рекомендовать некоторые возможные сценарии развития системы как основу для детальной разработки стратегии развития соответствующего региона.

Література. **1.** Матросов В.М., Измоденова-Матросова К.В. Учение о ноосфере, глобальное моделирование и устойчивое развитие. – М.: Академия, 2005. -368 с. **2.** Сиразетдинов Т.К., Родионов В.В., Сиразетдинов Р.Т.. Динамическое моделирование экономики региона. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005 г. -320 с. **3.** Моделирование и управление процессами регионального развития/ Под ред. С.Н. Васильева. – М.: Физматлит, 2001. – 432 с. **4.** Масленникова А.В. Исследование социально-эколого-экономического потенциала региональной системы для реализации стратегии устойчивого развития // «Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения». - Ростов-на-Дону: Изд-во РГУПС, 2008 - № 4. - С.95-101. **5.** Горелова Г.В., Захарова Е.Н, Радченко С.А. .Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. - Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. - 332с. **6.** Горелова Г.В. О когнитивном моделировании сложных систем, инструментарий исследования. // Журн. «Известия ТТИ ЮФУ», вып.6. 2012. С. / В тр. I Всерос. научн. конф. «Современные проблемы математического моделирования, супервычислений и информационных технологий (СПМиИТ2012) – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. – С.236-240. **7.** Хемди А. Таха. Глава 18. Имитационное моделирование // Введение в исследование операций = Operations Research: An Introduction. — 7-е изд. — М.: Вильямс, 2007. — С. 697-737. **8.** Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. – М.: Наука, 1986. **9.** Горелова Г.В., Розин М.Д., Рябцев В.Н., Сущий С.Я. Исследование проблем развития Юга России, математическое моделирование, некоторые результаты / Труды 19-й Междун. конф. «Проблемы управления безопасностью сложных систем». – М.: Изд-во ИПУ РАН, 2010. – С.405-409. **10.** Горелова Г.В., Масленникова А.В. Имитационное моделирование на основе когнитивной методологии и системной динамики, анализ системы «Юг России». / В тр. научн.-практ. конф. «Системный анализ в экономике-2012», секц.2.- М.: ЦЭМИ РАН, 2012.-172с., С.50-65 **11.** Горелова Г.В., Масленникова А.В. Проблемы развития юга России: результаты моделирования. / Материалы 5-й Рос. мультиконф. по проблемам управления, конф. «Управление в технических, эргатических и сетевых системах» (УТЭОСС-2012). – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. – С.1152-1155. **12.** Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: учебник для вузов. Гос. Ун-т – Высшая школа экономики. – 5-е изд. [стер.]. – М. Изд.дом ГУ ВШЭ, 2006. – 495 с. **13.** Форрестер Дж. Мировая динамика. - М.: Наука, 1978. – 167 с.

Любчик Л.М.

Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Подавление возмущений в многомерных системах, квазиинвариантность и обратные задачи динамики

Рассматриваются проблемы, связанные с подавлением неизвестных и неизмеряемых возмущений в многомерных динамических системах на основе использования метода обратных динамитческих моделей. Анализируются условия существования многомерных развязывающих компенсаторов возмущений с обратными моделями и их связь с классическими результатами теории инвариантности.Предлагается новый подход к решению задачи компенсации немоделируемых и не удовлетворяющих условию согласованности возмущений в системах с разрывными управлениями на основе метода эквивалентности скользящих режимов, устанавливаются условия их существования и устойчивости.

Введение. Проблема подавления недоступных непосредственному измерению возмущений является одной из важнейших в современной теории управления. Существенного повышения точности управления можно достичь путем использования дополнительной информации о возмущениях, полученной путем их косвенного измерения или оценивания. Указанный подход, реализуемый на основе "метода внутренних моделей" (IMC - Internal Model Control), получает все более широкое распространение в современной теории и практике управления [1, 2]. Одной из перспективных модификаций указанного подхода является метод обратных динамических моделей, обеспечивающий возможность синтеза наблюдателей и компенсаторов возмущений. [3].Развитие практических методов построения систем с обратными моделями с учетом требований внутренней устойчивости,заданного качества и грубости стало возможным на основе синтеза обратных моделей с заданными динамическими свойствами с использованием теории инвариантных наблюдателей для систем с неизмеряемым входом (unknown-input observer) [4, 5].

В настоящей работе анализируется связь проблемы подавления неизмеряемых возмущений с классической и современной теорией инвариантности и методами решения обратных задач динамики, предлагаются и исследуются различные структуры многомерных регуляторов с наблюдателями возмущений, основанных на обратных моделях, и реализующих оценивание и компенсацию неизмеряемых возмущений, а также обосновывается методика синтеза многомерных развязывающих динамических компенсаторов, обеспечивающих подавление возмущений.

Основные результаты. Рассматривается связь проблемы подавления возмущений с обратными задачами динамики управляемых систем, а именно, восстановлением неизвестных входных сигналов динамических систем, оцениванием состояний при наличии неизмеряемых воздействий, воспроизведением задаваемых траекторий. Рассмотрены основные проблемы, связанные с синтезом обратных динамических систем, а именно, построение их минимальных реализаций в пространстве состояний, обеспечение физической реализуемости, устойчивости и грубости. Предложена методика структурного и параметрического синтеза регуляризованных обратных моделей на основе оценивания входных сигналов с помощью инвариантных наблюдателей, получены алгебраические условия разрешимости указанных задач синтеза. [6].

Анализируются различные структуры подавляющих возмущения регуляторов, основанных на обратных моделях, реализующих оценивание и компенсацию неизмеряемых возмущений, и предлагается методика синтеза многомерного развязывающего динамического компенсатора возмущений. При этом установлено,что разрешимость соответствующих задач синтеза многомерных наблюдателей и компенсаторов возмущений и достижимая степень подавления возмущения определяется структурными свойствами системы, а именно, обратимостью и сильной наблюдаемостью.

Исследуется связь предложенного подхода к решению задачи подавления возмущений с классическими результатами теории инвариантности - принципом двухканальности Б.Н.

Петрова и принципом инвариантности Г.В. Щипанова. Установлено, что разрешимость задачи синтеза многомерного динамического компенсатора определяется структурными свойствами системы, получены алгебраические критерии разрешимости задачи, названные условиями структурной невырожденности. Показано, что полученные условия можно трактовать как алгебраический аналог критерия двухканальности для многомерных систем, а достижимая степень подавления возмущений определяется структурой передаточных нулей матричной передаточной функции объекта управления.

Получено решение задачи подавления возмущений в структурно-вырожденных системах на основе теории сингулярных возмущений. Для этого случая предложены уравнения реализуемого развязывающего многомерного компенсатора с дополнительным «быстрым» динамическим фильтром с малыми параметрами. Методом разделения движений анализируются процессы в замкнутой двухтемповой системе с регуляризованным развязывающим компенсатором в контуре управления, рассматривается методика обеспечения робастной устойчивости быстрых движений с учетом неопределенностей в модели объекта.

Обсуждается перспективы дальнейшего развития структурных методов синтеза многомерных регуляторов с обратными моделями, направленных на обеспечение их робастности в условиях неопределенности модели объекта.

Рассматривается проблема подавления немоделируемых возмущений в нелинейных системах с переменной структурой и разрывными управлениями и задача обеспечения инвариантности скользящих режимов [7].При этом особый интерес представляет задача подавления возмущений, не удовлетворяющих известным условиям согласованности, гарантирующих возможность обеспечения инвариантности скользящих режимов к возмущениям.

Для решения задачи подавления “несогласованных” возмущений используется введенное понятие эквивалентности скользящих движений, на основе которого синтезируются наблюдатели и компенсаторы возмущений с разрывными управлениями.Устанавливаются условия существования и устойчивости скользящих режимов в подавляющих возмущения многомерных регуляторах с переменной структурой.

Литература. **1.** Morari M., Zafirov E. Robust process control. New Jersey: Prentice Hall, - 1989. - 488 p. **2.** Tsypkin Ya. Z., Holmberg U. Robust stochastic control and internal model control // Int. J. of Control. 1995. - Vol. 61. - No 4. - P. 809-822. **3.** Lyubchyk L.M. Disturbance Rejection in Linear Discrete Multivariable Systems: Inverse Model Approach, Proc. of 18-th IFAC World Congress, Milan, Italy, 2011. **4.** Hou M., Muller P.C., Design of observers for linear systems wits unknown inputs, IEEE Trans. on Automatic Control, 1992, v.37, pp.871-875. **5.** Lyubchik L.M., Mueller P.C. Robust disturbance decoupling in multivariable systems via the unknown-input observers // Proc. of 16-th IFAC World Congress, Prague, 2006. **6.** Lyubchyk L.M., Grinberg G.L. Blind Deconvolution and Separation Signal Processing via Inverse Model Approach, IEEE International Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications. 6-8 September 2007, Dortmund, Germany. **7.** Lyubchyk L.M. Output tracking and mismatched disturbances rejection using inverse model based equivalent sliding mode control // Proc. of 8th IEEE International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control, Merida - Yucatan, Mexico, October 26-28, 2011, 6 p.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Петренко А.І.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ», Київ, Україна

Хмарні обчислення в комп'ютеризації проектування

Цього літа під час щорічної конференції Design Automation Берні Мейерсон (Bernie Meyerson), віце-президент з інновацій фірми IBM, багато говорив про можливості хмарних обчислень при вирішенні задач автоматизації проектування в електронній промисловості [1]. Меерсон заявив, що один із самих потужних драйверів для цього ринку полягає у використанні серверів і зниженні витрат на електроенергію. Він, зокрема, сказав: "витрати на IT ростуть неухильно. Це дуже ускладнює інновації. Не можуть більше двоє хлопців у гаражі покласти початок великої компанії (натяк на Microsoft і Apple) ... сьогодні початківці повинні озброїтися дорогим обчислювальним обладнанням. Якщо, звичайно, вони не вирішили використовувати хмар". Починаючи з 2011 року, в світі інтенсивно розпочаті розробки з інженерного моделювання в хмарі [2-6]. Їх поява була обумовлена попередніми успішними дослідженнями можливості об'єднання грід- і хмарних ресурсів [7]. В таблиці №1 наводяться характеристики найбільш відомих програм моделювання, метою яких є використання хмарних ресурсів.

Табл. 1. Сучасні хмарні програми моделювання

Компанія	Програма	Джерело
Magma Design Automation	FineSim Pro є першою програмою, якадозволяє дизайнерам в хмарі перевірити змішані системи на кристалі (СНК) за допомогою одного двигуна без використання двох двигунів за традиційним рішенням.	http://www.automation.com/content/magmas-latest-version-of-finesim-pro-delivers-3x-faster-runtime
Tanner EDA	TINACloud - це хмарний варіант популярної багатомовної он-лайн TINA програми схемо технічного моделювання , яка в даний час працює в браузері без попередньої установки і в будь-якій точці світу.	http://www.tina.com/English/tina/
PartSim	PartSim - це он-лайн схемо технічний тренажер для Cloud, який включає в себе повний Spice3f5 двигун моделювання, веб-графічний редактор і графічний переглядач вихідних сигналів.	http://www.partsim.com/examples
Opal-RT Technologies	RT-LAB, повністю інтегрована з MATLAB / Simulink ®, є відкрита програма моделювання в реальному часі програмна, яка докорінно змінює модельно-орієнтоване проектування	http://www.opal-rt.com/company/company-profile
IBM	Для моделювання використовується приватна хмара з 20000 ядер, яка управляє 150 терабайтами оперативної пам'яті і виконує 40000 дискретних завдань на день	http://www.hpcinthecloud.com/hpccloud/2011-03-08/eda_industry-leaders-build-a-case-for-clouds-explore-limitations

Існує реальна можливість для України прийняти активну участь в згаданій міжнародній співпраці з моделювання в хмарі , продемонструвавши випереджаючі результати, якщо спи-

ратися на результати проекту «Міждисциплінарний комплекс оптимального математичного моделювання в грід-середовищі з автоматичним формуванням і вирішенням рівнянь відповідних математичних моделей», який виконувався ІПСА в 2011-2012 роках. То був пошуковий проект, присвячений, головним чином, дослідженню можливості та шляхам перенесення пакета ALLTED в грід-середовище [8]. При цьому в його структурі виділялися клієнтська і серверна частини, взаємодія яких вивчалося. В клієнтську частину, що завантажується звичайним браузером, був вбудований графічний редактор, що дозволяє формувати описи завдань на проектування. Був реалізований прототип системи управління потоками робіт, працюючої з WS-BPEL описами маршруту обчислень. Серверна частина у вигляді поки що цілісної програми ALLTED розміщена на вузлах ресурсного центру НТУУ «КПІ» національної грід-інфраструктури. При цьому досліджувалася можливість паралельної організації обчислень та проводився аналіз і модифікація сучасних методів і алгоритмів побудови програмного забезпечення для аналізу статичних станів і динамічних режимів об'єктів досліджень у тимчасовому і частотному просторах. Була змінена організація обчислень в пакеті ALLTED, в результаті чого всі обчислювальні операції стали обмінюватися даними між собою через загальну базу даних. Розроблена технічна документація по установці, тестування та супроводу перших альфа-версії міждисциплінарного комплексу в грід-інфраструктурі і для її випробування користувачами побудований сайт www.allted.com. Тим самим було створено умови для подальшої розробки і розгортання повномасштабної версії інфраструктури с планувальником потоків завдань (workflow) для математичного моделювання складних технічних об'єктів і процесів як композиції веб-сервісів в грід- та хмарному середовищах. При цьому доступ до неї можливий з будь-якого робочого місця національної грід-інфраструктури, оснащеного звичайним браузером. Цей комплекс математичного моделювання задовольнятиме потреби вітчизняних користувачів українського Грід у наукових та науково-прикладних дослідженнях, підтримуючи мережне колективне дослідження складних об'єктів (процесів) розподіленою групою розробників, і забезпечуватиме користувачу можливість в інтерактивному режимі обирати маршрут математичного експерименту, тобто послідовність потрібних процедур моделювання чи обчислень, для чого створюється відповідний інтерфейс з мовою планування маршруту обчислень.

Література. **1.** Nicole Hemsoth , EDA Industry Leaders Build a Case for Clouds, Explore Limitations, http://www.hpcinthecloud.com.html, **2.** W. Tsai, W. Li, H. Sarjoughian, and Q. Shao. "Sambas: simulation software-as-a-service"-// Proceedings of the 44th Annual Simulation Symposium. Society for Computer Simulation International, 2011, pp. 77–86, **3.** S. Guo, F. Bai, and X. Hu. "Simulation software as a service and service-oriented simulation experiment." -// Information Reuse and Integration (IRI), 2011 IEEE International Conference on. IEEE, 2011, pp. 113–116, **4.** R. Fujimoto, A. Malik, and A. Park. "Parallel and distributed simulation in the cloud." -//SCS M&S Magazine, vol. 3, 2010, **5.** G. D'Angelo. "Parallel and distributed simulation from many cores to the public cloud." -// High Performance Computing and Simulation (HPCS), 2011 International Conference on. IEEE, 2011, pp. 14–23, **6.** S. Taylor, M. Ghorbani, T. Kiss, D. Farkas, N. Mustafee, S. Kite, S. Turner, and S. Strassburger. "Distributed computing and modelling & simulation: Speeding up simulations and creating large models." -// Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference, 2011, **7.** Згуровський М.З., Петренко А.І. "Оброблення наукових даних в умовах інформаційного «буму»."-//Системні дослідження і інформаційні технології.-Київ, №2, 2012.-с.7-26. **8.** M. Zgurovsky, A. Petrenko, V. Ladogubets, O.Finogenov, B. Bulakh. "WebALLTED: Interdisciplinary Simulation in Grid." -// Cracow Grid Workshop: 12-th Cracow Grid Workshop «CGW'12», 22-24 October 2012, Krakow, Poland : Proc. – Krakow, 2012. – pp. 61–62. – ISBN 978-83-61433-06-4.

***Сирота Е.П.*[1] *Богушевская Н.В.*[2]**

[1] *Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина;* [2] *ТОВ "ИСТ", Киев, Украина*

Структурирование подачи знаний для выпускника направления подготовки «Программная инженерия»

Введение. Одной из проблем, с которой сталкиваются работодатели при устройстве на работу выпускника ВУЗа по специальности программной инженерии, является то, что знания выпускника по созданию программного обеспечения (ПО) не структурированы, и, как следствие, отсутствует целостное представление о разработке ПО.

Поставленная проблема может быть сужена следующим образом: специализация *«прикладной программист» (applications software developer)*, класс ПО – *корпоративные высоконагруженные системы*. Большая часть разрабатываемого программного обеспечения может быть отнесена к данному классу, а выпускники программной инженерии трудоустраиваются разработчиками именно указанного класса систем.

Постановка задачи. Для решения поставленной проблемы необходимо создать структурированное представление о том объеме знаний, которые необходимы выпускнику. Была поставлена задача составить матрицу инженерных знаний, которыми должен обладать выпускник. Для формирования измерений в данной матрице используются:

- этапы создания программного обеспечения;
- детализация работ на каждой стадии (виды работ);
- инструменты (технологии), используемые на каждой стадии;
- обеспечение качества (*quality assurance, QA*) разрабатываемого продукта.

Ячейки матрицы представлены на рисунке 1.

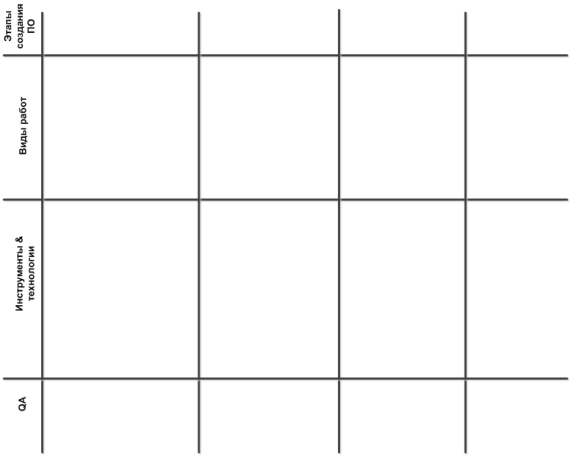


Рис. 1. Матрица инженерных знаний

Зачастую, студенты и выпускники ВУЗов имеют очень узкое представление о всей картине, и ограничиваются только знанием языка программирования и средой разработки (Integrated Development Environment, IDE) (рис. 2).

Пример заполненной матрицы представлен на рис. 3.

Представленная матрица предлагается для формирования целостной картины, для определения границ инженерных знаний и умений, которые необходимы для специалиста в области программной инженерии.

Задачей образования не может быть предоставление глубоких знаний во всех ячейках. Углубление знаний возможно произвести самостоятельно только путем многолетней практики.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

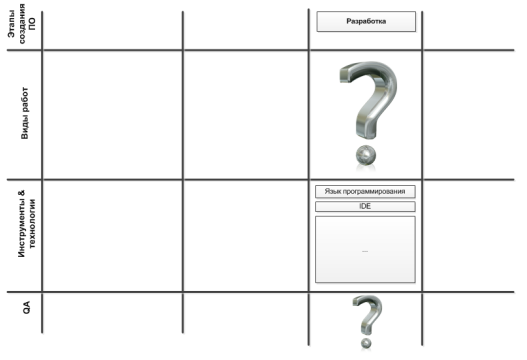


Рис. 2

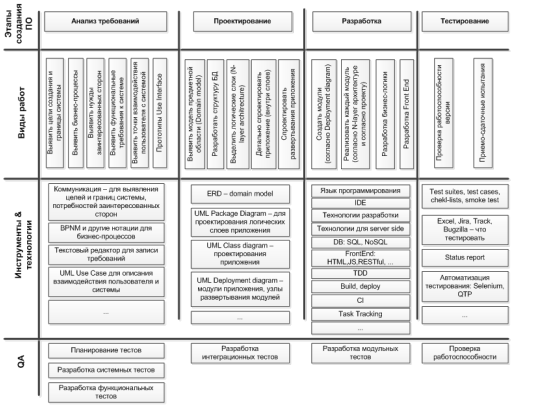


Рис. 3

Однако формирование ячеек для последующего углубления знаний возможно произвести в рамках обучения в ВУЗе. Построение такой картины у студента позволит структурировать его знания в области создания программного обеспечения.

На примере предложенной матрицы дополнительно необходимо: определить соответствие ячеек матрицы преподаваемым дисциплинам для направления подготовки «Программная инженерия» [1–3] и определить порядок преподавания дисциплин, в котором знания легче усваиваются.

Выводы. Выявлена проблема отсутствия структурированных знаний по созданию программного обеспечения у выпускников ВУЗов по направлению программной инженерии. Предложена матрица инженерных знаний по этой области. Данное исследование целесообразно продолжить в направлении выявления порядка преподавания дисциплин для формирования структурированных знаний у выпускников. Результаты целесообразно использовать при формировании учебных планов по программной инженерии.

Литература. **1.** ГСВОУ ОКПП бакалавра, галузь знань 0501 «Інформатика та обчислювальна техніка», напрям підготовки 6.050103 «Програмна інженерія», кваліфікація 3121 фахівець з розробки та тестування програмного забезпечення http://softwareengineering.org.ua. **2.** ГСВОУ ОКХ бакалавра, галузь знань 0501 «Інформатика та обчислювальна техніка», напрям підготовки 6.050103 «Програмна інженерія», кваліфікація 3121 фахівець з розробки та тестування програмного забезпечення, http://softwareengineering.org.ua. **3.** Guide to Software Engineering Base of Knowledge (SWEBOK), http://www.swebok.org

Райгородский А.М.
Яндекс; МГУ; МФТИ

Вероятностные модели веб-графов: их статистические свойства и приложения

Модели случайных графов очень интенсивно изучались в течение последних пятидесяти лет. Так, П. Эрдеш и А. Реньи предложили в районе 1960 года две модели, которые сейчас принято называть классическими. В первой модели мы фиксируем два натуральных числа n, M, удовлетворяющих условию $0 < M \leqslant C_n^2$. Мы также фиксируем множество вершин $V_n = \{1, \ldots, n\}$ и выбираем случайное множество ребер E мощности M в соответствии с равномерным распределением, т.е. вероятность возникновения E равна $\frac{1}{C_{C_n^2}^M}$. Во второй модели ребра выбираются взаимно независимо с одной и той же вероятностью $p \in [0, 1]$, так что мы получаем конкретное множество ребер E с вероятностью $p^{|E|}(1-p)^{C_n^2-|E|}$.

К сожалению, обе модели Эрдеша–Реньи не подходят для адекватного описания многих "реальных" сетей, среди которых социальные сети, биологические сети и Интернет. В последние примерно 15 лет появилось несколько важных новых моделей, использующих различные случайные графовые процессы, которые имеют те или иные статистики, близкие к аналогичным статистикам веба.

В нашем докладе мы дадим обзор моделей так называемых веб-графов. Мы также представим некоторые "классические" и совсем свежие вероятностные результаты, касающиеся этих моделей. Наконец, мы обсудим приложения полученных результатов к задачам поиска информации.

Popper R.
Manchester Institute of Innovation Research, Manchester, United Kingdom; Futures Diamond, Czech Republic

Key challenges of system analysis and information technologies supporting decision-making processes of research commissioning organisations

This presentation is an attempt to highlight the wide-ranging challenges of using information technologies to develop knowledge systems supporting decision-making processes of international and national research commissioning organisations. The presentation draws challenges faced by two empirical case studies: The first is the European Commission-funded iKnow System aimed to provide relevant information on highly uncertain and potentially important issues informing the first of three phases of the research policy (RP) cycle, consisting of RP formulation, RP implementation and RP evaluation. The second case study is the Horizon Scanning Hub of the Centre for Workforce Intelligence (CfWI), which is a practical knowledge system aimed to improve the quality of health and social care workforce intelligence by supporting robust scenario generation, workforce modelling and forward-looking workforce planning processes for the UK Department of Health. Key challenges from these cases studies are clustered into five main categories, namely: gathering knowledge; interconnecting knowledge; managing and sharing knowledge; analysing and featuring key knowledge; and engaging stakeholder in knowledge use and validation.

Plenary talks

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

High Performance Computing and Microsystems Engineering

Progressive information technologies

1 System analysis of complex systems of various nature

Section 1

System analysis of complex systems of various nature

1. System analysis methods for complex systems of various nature in conditions of uncertainty and risks.
2. Mathematical methods, models and technologies for complex systems' research.
3. Technology foresight system methodology in problems of planning and strategic decisions' making.
4. Theory and methods of optimal decision-making.
5. Problem oriented methods of complex systems' analysis and designing in conditions of uncertainty and risks.
6. Nonlinear problems of system analysis.
7. System methodology of sustainable development.

Секция 1

Системный анализ сложных систем разной природы

1. Методы системного анализа сложных систем разной природы в условиях неопределенности и рисков.
2. Математические методы, модели и технологии исследования сложных систем.
3. Системная методология технологического предвидения в задачах планирования и принятия стратегических решений.
4. Теория и методы принятия оптимальных решений.
5. Проблемно-ориентированные методы анализа и проектирования сложных систем в условиях неопределенности и рисков.
6. Нелинейные задачи системного анализа.
7. Системная методология устойчивого развития.

Секція 1

Системний аналіз складних систем різної природи

1. Методи системного аналізу складних систем різної природи в умовах невизначеності та ризиків.
2. Математичні методи, моделі та технології дослідження складних систем.
3. Системна методологія технологічного передбачення в задачах планування та прийняття стратегічних рішень.
4. Теорія та методи прийняття оптимальних рішень.
5. Проблемно-орієнтовані методи аналізу та проектування складних систем за умов невизначеності та ризиків.
6. Нелінійні задачі системного аналізу.
7. Системна методологія сталого розвитку.

Bayas Sampedro M.M.[1,2]
[1] *Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine;* [2] *Universidad PenÓnsulade Santa Elena, Santa Elena and SENESCYT, Ecuador*

Resource allocation problem in the frame of distributed objects coordination using genetic algorithms

In this paper we propose a genetic algorithm to solve the resource allocation problem in the frame of distributed objects coordination. The optimization program is applied to a dairy plant with three packaging line. The algorithm yields a set of optimal solutions to maximize the profit.

Introduction. The complexity of the systems complex arises from the multiple objects spatially distributed over the industrial facilities. These objects might work independently from each other, but pursue a common goal, resulting in a complex global behavior [1]. This behavior leads to numerous disturbances complex causing a high degree of uncertainty. In this context, the overall efficiency of production lines is a priority. The coordination of the decisions made by the subsystems is a key factor to more reliable and robust manufacturing systems. In this paper, the concept of coordination is understood as the act of making the right allocation of tasks and resources, and management actions to meet the objectives of production. In a distributed system, multiple objects can have different productivities, efficiencies, objectives and constraints. Therefore, the efficient allocation of resources is often difficult to achieve [2]. Among the approximate methods, one can find genetic algorithms, [3]. In this paper, we have written an algorithm based in the genetic algorithm for problems of resource allocation in the frame of distributed objects coordination.

Method and Results. For solving problems of multiple distributed objects coordination, it is advisable using the decomposition techniques [4]. These techniques involve the division of complex systems into subsystems of lower order. A set of constraints and parameters corresponds to each subsystem. The objective function of the original system should be established in such a way that it considers all constraints. To optimize a function using genetic algorithm is necessary to create a random initial population P=X1, X2,. . . ,Xn. The Xi elements are the individuals of the population. Each individual is a vector of chromosomes Xi=C1,C2,. . . , Cm. Every individual is evaluated according to the optimization function. The individuals that took part in the genetic processes were considered according to a fitness function. This function coincides with the objective function of the mathematical model. New generations are created based on three processes selection, crossover, and mutation. The resource to distribute is the unpasteurized milk. The constraints are the demand and the packing capabilities of each line. The objective function, maximizes the profit generated in the manufacture of three products. The amount of milk used in the manufacture of the three products equals the quantity supplied by local farmers. The number of units produced meets demand without exceeding the capacity of the packaging lines.

Conclusion. We have written a program based on a genetic algorithm for distributed object coordination. The coordination aspect studied here is the allocation of resources. In this work, I found that the number individuals in the population are a key factor in the performance of the algorithm. For this point, it becomes indispensable to run cycles of tests to determine the optimal ratio between the number of individuals, the number of generations, the runtime and the convergence of the fitness function. The program was applied to the optimization of a dairy plant where they manufacture only 3 products. It was taken only one resource to be allocated among packaging lines. For practical purposes it would be of interest to extend this analysis to situations where there are more resources to be distributed.

References. 1 W. E. Steinmueller, The Role of Technical Standards in Co-ordinating the Division of Labour in Complex System Industries, 2000. **1.** J. Colom, The Resource Allocation Problem in Flexible Manufacturing Systems, vol. 2679, 2003, pp. 23-35. **2.** L. Chi-Ming y G. Mitsuo, Multi-criteria human resource allocation for solving multistage combinatorial optimization problems using multiobjective hybrid genetic algorithm, vol. 34, 2008, pp. 2480-2490.

***Berbyuk V.E.*[1], *Demydyuk M.V.*[2], *Lytwyn B.A.*[2]**
[1]*Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden;* [2]*Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics, Lviv, Ukraine*

Calculation of dynamical characteristics of human gait with below-knee prosthesis

The perspective way of upgrading human lower extremities rehabilitation technologies is the development of effective methods for prosthetics results prognostication which are based on using the modern methods of mathematical design and computer science achievements. To achieve the rehabilitation effect it is necessary to perform the human gait characteristics of quantitative analysis, based on adequate mathematical models of human gait with prosthetic limbs and information of the experimental measuring.

The mathematical modeling problem of human gait with below-knee prosthesis over horizontal surface is investigated. The kinematic, dynamic and energetic characteristics of the gait, based on mathematical model of human locomotor apparatus and experimental data of human gait investigation, are determined. The experimental data of joint angles in hip, knee and ankle and reaction forces are obtained by biomechanical investigation in a sequence consisting of nearly 20 steps. The perturbations in experimental data are deleted by means of nonlinear digital filtration methods. The sequence of N steps reduced to double stride period and mean square domains (ε - tubes) of variations of joint angles and reaction forces have been built. The stiffness characteristics of ankle and metatarsal joints of the prosthesis device are also given from experimental investigation.

The human locomotor apparatus is modeled by system of 9-th rigid bodies. The model comprises trunk and two four-link legs (thigh, shank and two-link foot). The system moves due to interaction of gravity forces, walking surface reaction forces and control stimuli in the joints. We consider system's motion on double stride period $[0,\ T]$. The torques in prosthesis ankle and metatarsal joints $p(\gamma)$, $w(\varepsilon)$ generated by means of prosthesis structure elastic flexibility (γ, ε - angles in corresponding prosthesis joints).

Human gait is modeled over double stride period $t \in [0, T]$. We shall assume that there are the following five phases of the one leg action: rotation over the heel, support phase on both heel and metatarsal joint, motion on the phalanges, rotation over the ends of the toes and the swing phase of the foot over the surface. The time parameters for feet should satisfy the natural rhythmic conditions. The kinematic and dynamic restrictions of anthropomorphic contact for feet with walking surface, periodic conditions for system's movement (for angles and angle velocity), restrictions for relative positions of the feet on the initial t=0 and the end $t = T$ time and conditions of the dynamical torque balance in the ankle and metatarsal joints are imposed on model movement [3].

The motion's dynamic of the model in vertical (sagittal) plane is described by the system of 7-th nonlinear differential equations of 2-nd order and 4 kinetostatics balance conditions for inertia-free feet. In addition, the set of rhythmic, kinematic and dynamic restrictions and conditions of torque dynamical balance in prosthesis ankle and metatarsal joints are imposed [1–3].

The optimization approach based on energetic optimal principle of human locomotion is used for gait characteristics calculating. The human gait with below-knee prosthesis modeling problem is formulated as a nonlinear optimal control problem with restrictions imposed both on the phase coordinates and controlling stimuli and nondifferentiable (by Frechet) energetic functional.

Assume that we are given the single steps length L_i and the duration T_i, i=1, 2, the prosthesis stiffness characteristics $p(\gamma)$, $w(\varepsilon)$ and restrictions on the joint angles and surface acting forces. It is required to determine the mechanical system motion and controlling stimuli (torques on retained joints) over double support period $t \in [0, T]$, $T = T_1 + T_2$ that under given conditions minimizes the given objective energetic functional E. It should be noted, that in opposite to [3], the experimental

The study is part of an innovative scientific and technological project (client: National Academy of Sciences of Ukraine, contract № 1.1 on May 5, 2009) at affiliate support (experimental research of patient's gait and incoming data files generation) Ukrainian Research Institute for Prosthetics and Rehabilitation.

tensometric data of supporting surface reaction is taking into account.

The numerical algorithm for approximate solving of the formulated optimal control problem is developed. This algorithm is based on the converting the initial problem into nonlinear mathematical programming problem. We take into account the number of the degree of freedom for mechanical system and introduce a set of free variable functions (a part of generalized coordinates), that are parameterized by cubic smoothing splines. The values of these functions in the spline-approximation nodes are chosen as the optimization parameters. The restrictions on joint angles and supporting reactions are satisfied by external penalty functions. As the result, the original optimal control problem is reduced to the corresponding nonlinear mathematical programming problem. The real-coded genetics algorithms (RCGA) modification is developed for solving this problem. The key point of proposed RCGA modification is the use of consecutive order seven different crossover operators and four mutation operators, under which replacing parent chromosomes by offspring chromosomes is performing only when suitability of individuals increases.

The proposed algorithm for human gait with below-knee prosthesis mathematical modeling is implemented in the software package. Developed software package is intended for calculating kinematics, dynamics and energetic characteristics of the human gait with below-knee prosthesis for given values of the joint angles in the hip, knee and ankle, supporting reaction forces and the prosthesis stiffness characteristics. The proposed software package is a modern Windows application with multi document user interface, that developed by using Inprise Delphi 7 environment.

The software package input data are:

- the patient's locomotor apparatus linear and mass-inertia parameters;
- double stride length and duration;
- hip, knee, ankle joint angles;
- supporting reaction forces;
- prosthesis stiffness characteristic.

There is possibility during the mass-inertia parameters input to calculate ones accordingly to general accepted methodology from weight and height of the patient.

The output parameters of the software package are:

- the feet rhythmical phases duration over patient's double stride;
- the kinematical characteristics of the skeletal apparatus segments movement;
- torques in the preserved lower extremity hinges;
- double step energy costs;
- the point of the main vector support reactions moving.

The input and output data can be viewed in the table and graphical form. The abilities to adjust the parameters of visualization charts, graphs and tables and copy to clipboard are provided. All data (graphs, tables, arrays) can be printed in a form suitable for documentation. Effectiveness of the developed software is confirmed by solving a number of human gait dynamic applied problems.

References. **1.** Berbyuk V., Boström A., Lytwyn B., Peterson Bo. (2002) Energy-Optimal Control of Bipedal Locomotion Systems *J. Stability and Control: Theory and Application (SACTA), 4(2)*, 74-89. **2.** Berbyuk V. , Demydyuk M. , Lytwyn B. (2005) Energy-Optimal Control of Underactuated Bipedal Locomotion Systems *Proc. MULTIBODY DYNAMICS 2005 : ECCOMAS Thematic Conference. - Madrid (Spain)*, 1-15. **3.** Victor E. Berbyuk, Miroslav V. Demydyuk, Bogdan A. Lytvyn. Mathematical Modeling and Optimization of Walking of Human Being with Prosthesis of Crus (2005) *Journal of Automation and Information Sciences, 37(6)*, 46-60.

Khomenko O.V.
Institute for applied system analysis NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Dynamics of vortices in near-wall flows with irregular boundaries

The work is devoted to control of the near-wall flow. Vortical structure of fluid flows is a determining factor when moving a body in water or in air as well as when operating hydraulic systems. A lot of important technical problems in fluid dynamics connect with optimal transformation of vortical pattern in the flow area. Artificial separation of flow resulting in generation of the local recirculation zone is the effective way that allows changing as the vortical flow pattern as the flow in whole. Transfer from a turbulent near-wall flow with chaotic motion of small-scale vortices to regular large-scale vortical pattern leads to reducing of energy exchange between the flow and the surface, in particular, to decreasing the body drag . The control strategy in this case is directed on creating the "intellectual" flow of fluid, in which the vortices are formed according to the control scheme and either theoretical or semiempirical model predicting the vortex behavior. One of the ways to generate large-scale vortices in near-wall flow is artificial change of the surface configuration with help of bulges, grooves, ribs and so on . The vortices may be immovable ones, stationary recirculation zones, or moving together with flow along the wall in regular manner. The fundamental requirement when generating the artificial vortex structures is their stability in respect of perturbations of external flow . At the same time, the laboratory experiments testify fast response of the local separation zones to external perturbations, especially with a periodic component.

The pattern of the near-wall flow bounded by a non-regular surface is shown to depend on flow topological properties, in particular, on a type of flow critical points and existing of stationary vortices. If the critical point is stable, a strong enough vortex may be generated in the point environment (standing vortex). The vortex stabilizes the near-flow due to suppression of vorticity generation in sharp edges of the boundary.

A standing vortex is characterized by its eigenfrequency which governs the dynamic behavior of the vortex in the periodically perturbed flow. Periodic oscillations of the flow velocity cause multiperiodic large amplitude motion of the standing vortex. The maximal amplitude of deviation of the vortex from its stationary point depends on the external perturbation frequency in resonance manner. When the perturbation frequency approaches to the vortex eigenfrequency, the deviation amplitude grows rapidly.

Resonance flow perturbations in the regions bounded non-regular wall cause intensification of fluid mixing in recirculation zones. They stimulate generation of vorticity in sharp boundary edges, lead to chaotization of motion of both fluid particles and small vortices, cause non-regular fluctuations of the flow.

The obtained results are useful for further development of control algorithms in near-wall flows as well as for understanding of chaotization processes in nonautonomous systems.

Report on the results of joint work with Gorban I.M. «Dynamics of Vortices in Near-wall Flows with Irregular Boundaries».

Література. **1.** Belov I. A.: Interaction of Nonuniform Flows with Obstacles [in Russian]. Mashinostroenie, Moskow, (1983) **2.** Chernyshenko S.I., Galleti B., Iollo, Zanetti L.: Trapped vortices and a favourable pressure gradient. J. Fluid Mech. **482**, (2003) **3.** Gorban V., Gorban I.: Dynamics of vortices in near-wall flows: eigenfrequencies, resonant properties, algorithms of control. AGARD Report. **827**, (1998) **4.** Migaj V.K.: The aerodynamic efficiency of discontinuous surface [in Russian]. Engineering and Physics Journal. **4**, (1962) **5.** Mkhitaryan,A. M., Lukashuk,S. A., Trubenok V. D., Fridland,V. Ya.: Influence of spoilers on the aerodynamic characteristics of a wing and a solid of revolution [in Russian]. Naukova Dumka, Kyiv, (1966) **6.** Zaslavsky. G.M., Sagdeev R.Z.: Introduction to nonlinear physics. Nauka, Moskow, (1988)

Makukha M.P., Oparina O.L.
Institute for applied system analysis NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Text analytics approach to technology foresight

Introduction. Early detection and accurate prediction of technology trends are extremely important in today global economy. Every opportunity, new data source or efficient analysis method can become a key competitive advantage and change the market. It is also known that over 80% of information today is in the unstructured form of texts, photos and video. Technology foresight can benefit from unstructured data sources and text analytics apptoach.

Approach description. The text analytics approach to technology foresight problems may consist of the following stages:

1. Specification of relevant text information sources.
2. Information extraction:
   - Text categorization;
   - Fact extraction;
   - Sentiment analysis and opinion mining.
3. Building models and scenarios to solve the following problems:
   - Early determine emerging technologies and trends.
   - Build, assess, and validate technology roadmaps.
   - Determine key drivers that shape individual technologies and the technology landscape in the whole.
   - Analyze and forecast market demand based on customer expectations and sentiments.
   - Estimate technology lifecycle parameters.

Each of the stages specified has its own peculiarities and problems.

Relevant text data sources are the key factor to the foresight research success. No useful information can be extracted from irrelevant data, and no useful models can be built on them. Technology foresight research can use patents databases, technology blogs data, shopping data and comments from online stores, social networks data, B2B resources etc.

Information extraction requires sofisticated taxonomies and classification rules for text categorization, rich and precise network of concepts for fact extraction, and subtle sentiment analysis rules for opinion mining. These textual analytics models are the second key factor of foresight research. There is no widely accepted and industry-tested methodology for building such models. Building taxonomies and rules for text categorization, fact extraction, and sentiment analysis often consists of two phases: 1) use of machine learning methods for building the draft model, and 2) involving problem domain experts for model refinement and validation. The first phase depends on the training text corpora, and the second one depends on experts' subjective decisions and understanding of model quality criteria.

Instruments. It is obvious that technology foresight research require advanced text analytics platform to integrate the three stages mentioned above in a single process, linked both on the levels of data, algorithms and methodology. There are several vendors who have text analytics solutions: IBM, Microsoft, Oracle, SAP, SAS, and others. SAS Text analytics and analytical platform seem one of the best solutions on the market and provide tools for the whole spectrum of tasks: from information retrieval (SAS Information Retrieval Studio), to development of both text and advanced analytics models (SAS Enterprise Content Categorization Studio, SAS Sentiment Analysis Studio, SAS Text Miner, SAS Enterprise Miner), to data amd knowledge management (SAS Data Integration Studio, SAS Ontology Management) and to information delivery to business users (SAS Business Intelligence and SAS Visual Analytics).

Conclusion. Current advance in analytics and data management instruments make unstructured data sources available for research in fields that were traditionally based on human expertise. Technology foresight can benefit from text analytics approach and become more data-driven and accurate.

Matsuki Y., Bidyuk P.I.
Institute for applied system analysis NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Theory, algorithm and condition for aggregating economic benefit and health damages of coal fuel

The purpose of the research is to test a possibility of using the theory of utility function in economics theory [1] for aggregating different kinds of variables such as economic benefit and ecological damages of industrial activities. An example of coal fuel combustion for electricity generation [2,3] is selected for this test, which produces both economic benefit and human health damages.

Utility function is a theory to indicate the level of wellness of human and/or society, X_i ,where $i = 12, ...n$, such as foods, cloth, and utility such as electricity, gas, water, and resources. Human and/or society wishes higher level of utility, $U(X_1, X_2, X_3, ..., X_n)$, but the constraintsaregiven bythetotalbudget, I, togetherwith theprices P_{x_i} for having different kinds of wellness X_i respectively, where $I = \sum_{i=1}^{n} P_{x_i} X_i$.

In order to find the mathematical model of the utility function, at first, the following three models are assumed, and then empirical analysis ismade for testing the fitting of eachmodel to the statistical data, which are the volume of combusted coals and the amount of air pollutions in each of twenty seven Oblasts of Ukraine:

Linearmodel: $U = \sum_{i=1}^{n} C_i X_i$, non-linear model:$U = \prod_{i=1}^{n} X_i^{C_i}$, and logarithmicmodel: $U = \sum_{i=1}^{n} C_i Log X_i$. Here, C_i is a weighting factor to combine various wellness, X_i, tomake up a utility U, but it can be also translated as preference or probability tomake the weights of different options of thewellness or resources.

Consistent results are obtained upon the theory and the statistical data analysis. It is concluded that the prices take important role to give the weighting factor through the aggregation process of various indicators (independent variables) because in this theory the prices make up the total budget, which gives the constraints for maximizing the utility with given values such as number and volume of the indicators.

References. **1.** Browning E.K., Browning J.M., Microeconomic Theory and Application, Third Edition, Scott, Foresman and Company (Glenview, Illinois), 1989. – 637 p. **2.** Matsuki Y., Brondzia O., Maslyukivska O., External Cost as an Indicator for Sustainable Electricity Generation Systems, System Research &Information Technologies, December 2010, (2010) P.18–32 **3.** Мацукі Й. Оцінка зовнішніх витрат як зведеного показника сталого промислового розвитку – досліджен ня забрудненого повітря в Україні – Р.3, 3.1. – Ч.2. Аніліз сталого розвитку – глобальний і регіональний контексти: У2ч./ Міжнар.рада з науки (ICSU)[та ін.]; наук.кер. М.З.Згуровський. – К.: НТУУ "КПІ", 2011.

Nazarenko O.I.
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

Dynamic balanced scorecard modelling for sustainable supply chain development using system dynamics approach

The present research deals with modeling of dynamic balanced scorecard for sustainable supply chain development using system dynamics approach. Simulation model was created using Powersim tool that cover sales and distribution, supply and storage of products, including internal process efficiency and staff motivation. Commerce considered under the following features: dynamics; stochasticity; discrete continuity, absence of linear dependence among system parameters (nonlinear system). Among the existing imitation methods (Monte Carlo method, statistical modeling, game simulation, agent-based model, discrete modeling, models of system dynamics), we chose the concept of system dynamics created by Jay Forrester as the most suitable tool to model a system featuring the abovementioned characteristics.

Modern manufacturing enterprises must collaborate with their business partners through their business process operations such as design, manufacture, distribution, and after-sales service. Robust and flexible system mechanisms are required to realize such inter-enterprises collaboration environments [6, 8]. So business of each commercial enterprise could be considered from supply chain point of view. A supply chain system is a chain of processes from the initial raw materials to the ultimate consumption of the finished product spanning across multiple supplier-customer links [4]. Current researches on System Dynamics Modelling in supply chain management focuses on inventory decision and policy development, time compression, demand amplification, supply chain design and integration, and international supply chain management [3]. The application of System Dynamics Modelling to Supply Chain Management has its roots in Industrial Dynamics [5, 7]. Based on the development and use of a System Dynamics simulation model, Forrester describes, analyses, and explains issues evolving around supply chain management.

System Dynamics approach was used for studies in such fields as international supply chain management, decision-making in stock management, inventory management, demand amplification, supply chain re-engineering, supply chain design [1, 2]. Many researches were done in this area, but there still white spot in modeling of sustainable supply chain and the present paper aimed to fill it.

Stimulation in hierarchical economic systems is considered to be the main factor in managing, distribution of inventory and staff motivation. Decision support system elaborated with Powersim software simplifies analyzing of possible scenarios to develop retail network. The most common functions of stimulation are considered. The results of their individual implementations are reflected. Analysis, comparison of different scenarios and guidelines for company development are presented. Designed tool allows simulate enterprise activity in main business areas that provide an opportunity to assess different strategies of company development.

References. **1.** Akkermans, H. A., Bogerd, P., Vos, B. (1999). Virtuous and Vicious cycles on the Road Towards International Supply Chain Management. International Journal of Operations & Production Management 19 (5/6), 565-581. **2.** Angerhofer, B.J., Angelides, M.C. (2000). System Dynamics Modelling in Supply Chain Management: Research Review. Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference, 342-351. **3.** Cetinkaya, B. , Cuthbertson , R., Ewer, G. , Klaas-Wissing, T., Piotrowicz, W., Tyssen, C. (2010). Sustainable Supply Chain Management: Practical Ideas for Moving Towards Best Practice. Springer, 31-32. **4.** Dugal, L.F., Healy, M., Tankenton, S. (1994). Supply Chain Management: A Challenge to Change. Coopers & Lybrand Report. **5.** Forrester, J. W. (1958). Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers. Harvard Business Review 36 (4), 37-66. **6.** Jaber, M.Y., Bonney, M., Guiffrida A.L. (2011). Coordinating a Three Level Supply Chain with Learning-Based Continuous Improvement, 108-113. **7.** Hagenson, N. (1990). System Dynamics Combined with Monte Carlo Simulation. The 8th International Conference of the System Dynamics Society, 468-479. **8.** Umeda, S., Zhang, F. (2010). A Simulation Modeling Framework For Supply Chain System Analysis. Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference, 2011-2022.

***Єремєєв І.С.*[1], *Дичко А.О.*[2]**

[1]Київський державний університет управління та підприємництва, Київ, Україна; [2]Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Моніторинг довкілля і теорія фракталів

Під час вирішення завдань моніторингу довкілля часто виникає проблема обґрунтування кількості та місць відбирання проб. Звичайно, що необхідно контролювати джерела викидів та скидів, а також особливі місця довкілля (місця водозабору, захоронення різного виду відходів, рекреаційні зони тощо). Але як контролювати значні терени, на яких джерела забруднень відсутні? Контроль може бути вибірковим, спорадичним тощо. Але це не може дати однозначної відповіді щодо якості такого контролю. У той же час існують певні підходи, які можна було б застосувати для вирішення завдань організації моніторингу довкілля. Одним з таких підходів є застосування методів, що випливають з наслідків теорії фракталів [1, 2], зокрема підхід, що базується на розбудові безперервної функції, чия область визначення – відрізок, а область значень – квадрат на площині (крива Пеано). Ця процедура може бути пояснена на (рис. 1), де $z = P_1(x)$, I – одиничний відрізок $[0, 1]$, S – одиничний квадрат I x I, тобто

$$S = \{\ (x, y) : x, y \in I\ \}.$$

Трансформація відрізка у площину відбувається наступним шляхом: одиничний відрізок розглядається як діагональ квадрата, який розбивається на 9 квадратів з позначками 0, 1, 2, 3, 4, 5. 6, 7, 8, після чого починається рух по діагоналі квадрата 0 з лівого нижнього кута

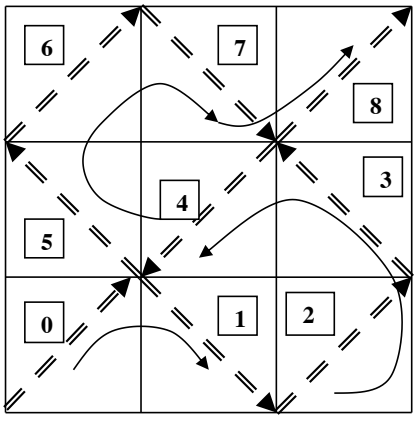


Рис. 1. Розбудова кривої Пеано

до правого верхнього, звідти – по діагоналі квадрата 1 (з верхнього лівого кута до правого нижнього) і, відповідно, по діагоналям квадратів 2-8, як це зазначено на (рис. 1) кривими зі стрілками. Друга ітерація процесу побудови кривої Пеано являє собою «фракталізацію» кожного з наведених на (рис. 1) квадратів $x_i :\to x_i x_j$, третя – $x_i :\to x_i x_j x_k$ і т.д. Для кожного $\varepsilon > 0$ може існувати такий номер ітерації $K > 0$, для якого у разі $m > n > K$ виконується нерівність

$$d\{\ P_m(x), P_n(x)\ \} \lhd \varepsilon \text{для усіх} x \in I,$$

де $d\{\ P_m(x), P_n(x)\ \}$ - евклідова метрика, що визначає відстань у метричному просторі між точками $P_m(x)$ та $P_n(x)$, причому існує наступна залежність

$$d\{\ P_m(x), P_n(x)\ \} \lhd \frac{\sqrt{2}}{3^n}.$$

Обираючи K згідно умови $\sqrt{2}/3^K \leqslant \varepsilon$, де припустиме значення розбіжності ε визначає фактично припустиму похибку трансформації відрізка у площину, можна таким чином задаватися й похибкою у відображенні стану довкілля, якщо звернутися до зворотного перетворення ареалу, що контролюється, у відповідність відрізку, що поєднує усі контрольовані точки ареалу. Інакше кажучи, кількість точок контролю (за умов рівномірного розташування їх на площині та відповідності бажаної метрики) буде дорівнювати $3^K/\sqrt{2}$.

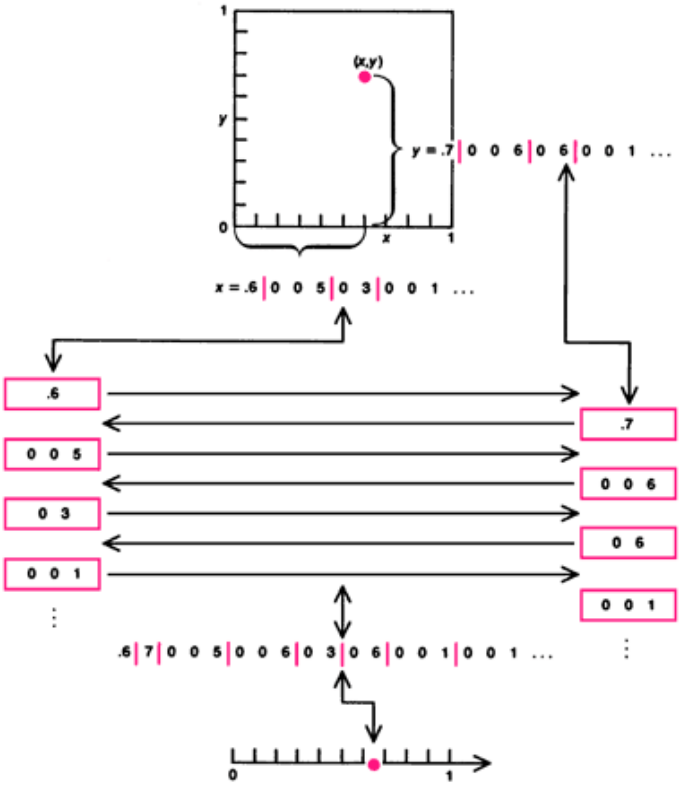


Рис. 2

Існує й інший підхід до зміни розмірності шляхом перетворення, яке зберігає міру. Цей підхід має свій початок від ідеї математика Кантора про відображення точок квадрата (тобто площі) у точки на лінії: якщо двома координатами $\mathbf{x = 0{,}abcd\ldots}$ та $\mathbf{y = 0{,}A{,}B{,}C{,}D\ldots}$ визначено положення будь-якої точки квадрата **z**, то можна відшукати координату $\mathbf{z = 0{,}a.A{,}b.B{,}c{,}C{,}d{,}D\ldots}$, яка визначає точку сторони квадрата - відображення зазначеної вище точки самого квадрата; і навпаки, якщо зазначена довільна точка на відрізку – зображенні квадрату, то можна відшукати точку самого квадрата, яка відображається цією точкою. На прикладі (рис. 2) кожна точка площини представляється парою десятинних дробів (наприклад, x = 0,600503001..., y = 0,700606001...), які розбиваються на групи. Кожна цифра десятинного розкладу, крім нуля, починає нову групу. Ці групи комбінуються і перетворюються в одну безкінечну десятинну дріб, яка й представляє точу на площині (z = 0,670050060306001001...). Зазначена процедура може бути поворотною. Обидва підходи дозволяють, за умов виконання вимог забезпечення припустимої метрики (радіусу чутливості детекторів), знайти таку конфігурацію системи моніторингу, яка забезпечить надання достовірної інформації щодо стану довкілля у контрольованому ареалі.

Література. **1.** Р.М. Кроновер. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. –М.: Постмаркет, 2000. -352 с. **2.** . Александров П.С. Введение в теорию множеств и общую топологию. –М.: Наука, 1977. -368 с.

Івченко В.А.
Державне агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Київ, Україна

Державна політика сталого розвитку України

Сьогодні світова спільнота, політичні лідери та наукова еліта визнають забезпечення сталого розвитку своїм ключовим глобальним орієнтиром. Доцільно розглядати визначення «сталого розвитку» як досягнення соціального розвитку на основі економічного зростання за умови збереженням та відновлення навколишнього природного середовища. Тобто, метою сталого розвитку є всебічне покращення умов життя людей, але не за будь-яку ціну, а у такий спосіб, що збереже ці гарні умови життя і для майбутніх поколінь.

Досягнення зазначеної мети є непростим завданням, у першу чергу, через існуючий природний конфлікт інтересів. Найперше, він пов'язаний із обмеженістю інвестиційних та трудових ресурсів для задоволенням потреб людей або для забезпечення економічного зростання. Існує конфлікт між суспільним споживанням і економічним зростанням та станом навколишнього природного середовища. І пошук золотої середини, балансу згаданих складових є реальною потребою суспільства [1].

Нажаль, в Україні зусилля щодо трансформації суспільного життя з метою забезпечення сталого розвитку, поки що є неадекватними. У поточний час парадигма сталого розвитку в Україні закріпилася лише завдяки епізодичному розгляду відповідних питань на засіданнях Президії Національної академії наук, дослідженням окремих учених та ініціативам громадських організацій.

Нині діюча система планування та здійснення соціально-економічних реформ, прийняття відповідних рішень органами державного управління, громадська активність мало зорієнтовані на досягнення головної мети – забезпечення сталого розвитку України [2].

Починаючи з 1997 року, періодично утворювалися комісії, ради та інші органи з питань сталого розвитку на чолі з Президентами України, Прем'єр-Міністрами та іншими високо посадовцями.

Останнім таким рішенням Уряду було затвердження у серпні 2010 р. (постанова № 723) у новій редакції Положення про Національну раду із сталого розвитку України як консультативно-дорадчий орган при Кабінеті Міністрів, оновлено її персональний склад, визначено основні завдання діяльності. Головною місією Національної ради визначено запровадження системно-аналітичного підходу до оцінки результатів державної політики, підготовці науково обґрунтованих пропозиції для Уряду України, забезпечення координації дій виконавчої влади, суспільного виробництва, науки і громадськості задля забезпечення сталого розвитку України. На жаль, до цього часу це рішення має формальний характер і не наблизило нас до бажаних результатів.

Головною проблемою низької ефективності діяльності згаданих структур була і залишається інституційна слабкість, що не дозволяє готувати змістовні та дієві рішення, а потім впроваджувати ці рішення у життя. Таким чином, не тільки не відбулося суттєвих зрушень у впровадження відповідної державної політики, але й знецінювалась сама ідея сталого розвитку.

На сьогодні в Україні немає ані концепції, ані стратегії, ані закону щодо основних засад сталого розвитку українського суспільства.

Певним чином спрямовані на запровадження засад сталого розвитку в Україні тільки прийняті ще у 2010 році Рекомендації парламентських слухань на тему: "Стратегія інноваційного розвитку України на 2010–2020 роки в умовах глобалізаційних викликів", Закон України "Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики до 2020 року" та відповідний Національний план дій з охорони навколишнього середовища на 2011–2015 рр.

Для досягнення збалансованості економічного, екологічного та соціального розвитку, як складових сталого розвитку, здійснювані державою реформи мають носити системний і послідовний характер, ґрунтуватися на науково обґрунтованих підходах визначення пріоритетів державної політики [3, 4].

Це вимагає особливих підходів до інституційного забезпечення державного стратегічного

планування, що мають забезпечити розробку більш дієвих та результативних стратегій, ніж ті, якими ми користуємося сьогодні і які переважно розроблені зусиллями працівників апарату державних структур.

Як свідчить світовий досвід, ефективним інструментом розробки еволюційно стабільних стратегій, аналізу ймовірних сценаріїв розвитку з урахуванням стратегічних викликів та загроз, підготовки відповідних управлінських рішень на будь-якому рівні є створення незалежного аналітичного центру (центру перспективних досліджень та стратегічних розробок).

Як приклад, можна згадати РЕНД Корпорейшн (RAND Corporation, 1946) та Інститут Санта Фе (Santa Fe Complexity Institute, 1984), які в США займаються довгостроковими суспільно-політичними програмами, визначають нові стратегічні аспекти національного розвитку, а також ведуть окремі проекти на умовах комерційного фінансування.

Правовою основою для впровадження такої інновації у систему прийняття стратегічних та поточних рішень на державному рівні може виступити спільне рішення Кабінету Міністрів України та Національного банку України щодо утворення інформаційно-аналітичного (ситуаційного) центру при Кабінеті Міністрів України.(постанова КМУ та НБУ від 12.10.2011 р. №1336, якою затверджений Комплексний план заходів щодо забезпечення стабільності фінансової системи України).

Зрозуміло, що дефіцит фінансових ресурсів не дозволяє державі зробити все і одразу. Однак, я не бачу іншого шляху, щоб переорієнтувати державне стратегічне планування з вирішення відомчих завдань на досягнення науково обґрунтованих орієнтирів національного розвитку, забезпечити адекватність рішень, що приймають, актуальним суспільним проблемам.

Тому вирішення поставленого завдання є слушною нагодою використати наявні напрацювання Інституту прикладного системного аналізу при КПІ, Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова, Національного космічного агентства та ін., сконцентрувати ресурси і зусилля, щоб інституційно забезпечити інтелектуальну підтримку реформ, спрямованих на модернізацію нашої країни.

Обираючи ідеологію сталого розвитку, ми повинні постійно пам'ятати заради чого ми це робимо. Сталий розвиток – це можливість задовольняти природні потреби людства, не створюючи загрози для гідного життя майбутніх поколінь у гармонійному навколишньому середовищі [5].

Література. **1.** Аналіз сталого розвитку – глобальний і регіональний контексти: моногр. / Міжнар.рада з науки (ICSU) [та ін.]; наук. кер. М.З.Згуровський. – К.: НТУУ "КПІ", 2010 – Ч.1. Глобальний аналіз якості та безпеки життя людей. – 252 с. **2.** Згуровский М.З., Болдак А.А. Системное согласование данных разной природы в мультидисциплинарных исследованиях, Кибернетика и систем.анализ. – 2011. – 46, N 5. – С.152–163. **3.** Ивченко В.А., К созданию стратегии устойчивого развития Крыма // Системні дослідження та інформаційні, 2008, № 3. С.31–43. **4.** Ивченко В.А. Методология решения проблемы устойчивого развития Крыма // Системні дослідження та інформаційні, 2008, № 4. С.21–32. **5.** Вернадский В. И. Несколько слов о ноосфере [Текст] / В. И. Вернадский // Успехи современной биологии. – 1944. – № 18, вып. 2. – С.113–120.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Івінський А.В. *— рецензент Іллєнко А.Б.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Моделювання епідемічного процесу у закритому стратифікованому середовищі

Об'єкт дослідження. Розглядається загальний епідемічний процес у закритому стратифікованому середовищі. Кожен індивід може знаходитись у трьох станах відносно епідемії: сприйнятливий до хвороби, хворий та вибувший (набув імунітету / помер / у карантині). Стан індивіда може змінюватись з часом лише у такій послідовності:

сприйнятливий до хвороби $\longrightarrow$ хворий $\longrightarrow$ вибувший.

Хвороба може передаватися з деякою інтенсивністю від хворого індивіда сприйнятливому до хвороби у випадку безпосереднього контакту між ними. Стратою називаємо групу індивідів з постійними заданими інтенсивностями зараження та виходу із епідемії. У загальному випадку індивіди не можуть переходити із однієї страти в іншу під час епідемії. На початку епідемії є деякий відсоток хворих хоча б у одній страті, які і спричиняють поширення епідемії.

Страти відображають внутрішні характеристики індивідів - вік, стать, расу, наявність пройденої вакцинації та ін. Також страти можуть представляти територіальне розміщення індивідів. Наприклад, таке розділення популяції може відбуватись під час карантину, коли частина популяції знаходиться в лікарнях, або різним стратам можуть відповідати різні кліматичні умови. В загальному випадку хвороба з більшою інтенсивністю розповсюджується всередині однієї страти, ніж між різними стратами.

Формальний опис епідемічного процесу. Досліджується класична модель Кермака та Мак-Кендріка [1] епідемії з загальним розміром популяції N у m стратах [2]. Кількість сприйнятливих до хвороби, хворих, та вибувших індивідів у страті i в час t позначимо $(x_i(t), y_i(t), z_i(t))$ відповідно, причому $\sum_{i=1}^{m}(x_i(t)+y_i(t)+z_i(t)) = N, \forall t \geqslant 0$. При таких умовах розвиток епідемії описується наступною системою нелінійних диференціальних рівнянь:

$$\dot{x_i} = -x_i(\beta_{1i}y_1 + ... + \beta_{mi}y_m) \quad (1)$$

$$\dot{y_i} = x_i(\beta_{1i}y_1 + ... + \beta_{mi}y_m) - \gamma_i y_i \quad (2)$$

$$\dot{z_i} = \gamma_i y_i, \quad (3)$$

для кожного $i = 1, ..., m$, де

β_{ij} – інтенсивність зараження сприйнятливого індивіда із страти i хворим індивідом із страти j при контакті між ними;

γ_i – інтенсивність виходу індивідів із епідемії у страті i.

В якості початкових умов беремо $(x_i(0), y_i(0), z_i(0)) = (x_{0i}, y_{0i}, 0)$.

Моделювання. Розроблено програму для моделювання розвитку епідемії у стратифікованому середовищі з чисельним розв'язанням наведених диференціальних рівнянь методом Рунге-Кутти четвертого порядку. Досліджені випадки розповсюдження епідемії з декількома піками.

Також розглянуто оптимізаційну задачу вибору оптимальних початкових умов розподілення індивідів по стратах $x_i(0), y_i(0)$ з заданими інтенсивностями зараження β_{ij} та виходу із епідемії γ_i. В якості критерію прийнято максимізацію кількості індивідів, яких не торкнулася епідемія. Досліджені різні випадки графіку кількості таких індивідів у залежності від відсоткового розподілу популяції по стратах на початку епідемії. Для двох страт наведені асиметричний графік з одним максимумом, асиметричний графік з двома максимумами та симметричні графіки з одним і двома максимумами.

Література. **1.** W.O. Kermack and A.G. McKendrick, "A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics". *Proc. Roy. Soc. Lond. A*, vol. 115, no. 772, pp. 700-721, Aug. 1927. **2.** D.J. Daley and J.M. Gani, *Epidemic modelling: an introduction*. New York: Cambridge Univ. Press, 1999, ch. 2, sec. 4, pp. 35-38.

Агеева И.В. *— рецензент Каниовская И.Ю.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Обнаружение структурных сдвигов в моделях копул

В работе рассматривается задача обнаружения и оценивания момента структурного сдвига в копула-моделях временных рядов. Разработанный метод обнаружения и оценки структурных сдвигов в моделях копул был использован для проверки гипотезы о наличии структурного сдвига в реализациях финансовых временных рядов [1].

Методология оценки. Оценка копул совместного распределения была проведена на основе семипараметрического подхода, чтобы исключить ошибки, возникающие от неверной спецификации частных распределений. Соответственно методом гистограмм были восстановлены эмпирические функции распределения дневных логарифмированных доходностей случайных величин. Далее были оценены параметры 6 копул: две архимедовы копулы (Клейтон, Гумбеля), копула экстремальных распределений (копула Стьюдента с 1 степенью свободы), 3 копулы эллипсообразных распределений (нормальная и Стьюдента с 5 и 10 степенями свободы). Копулы Стьюдента рассматривались также с иным количеством степеней свободы. Для наглядности и сопоставимости результаты оценки приводятся только для случаев 1, 5, 10 степеней свободы, так как они позволяют увидеть тенденцию, где может находиться оптимальное количество степеней свободы, если крайними случаями являются копула Стьюдента с 1 степенью свободы и с бесконечным количеством (нормальная копула) степеней свободы [2-4].

Интерпретация полученных результатов.

1. До момента структурного сдвига совместное распределение доходностей процентных ставок в рублях наилучшим образом описывалось копулой Стьюдента с 1 степенью свободы, тогда как после - гауссовской копулой. Необходимо заметить, что для копулы Стьюдента с 1 степенью свободы (также именуемой копулой Коши, поскольку она относится к семейству копул экстремальных рапсределений) характерна максимальная степень зависимости хвостов, которая в данном случае составила 85% при непосредственных данных и 96,2% при работе с рангами первоначальных данных. Гауссовская же копула характеризуется нулевой зависимостью хвостов, т.е. маловероятным является одновременное наблюдение как очень больших, так и очень малых значений входящих в копулу случайных величин [4].
2. В части процентных ставок денежных рынков доллара наблюдалась иная ситуация. Вначале, до момента структурного сдвига (17 июля 2008 г.), совместное движение доходностей процентных ставок наилучшим образом описывалось копулой Клейтона, после структурного сдвига - гауссовской копулой. Отметим особенность копулы Клейтона - она характеризуется наличием зависимости только нижних хвостов (в отличие от копулы Стьюдента, которой свойственна зависимость как верхних, так и нижних хвостов). Значение индекса нижних хвостов в период до структурного сдвига для процентных ставок в долларах равнялось 89,5% (99% в рангах).

Выводы. Проведенный анализ выявил, что совместное движение процентных ставок наилучшим образом описывается либо копулой Клейтона, либо нормальной (иногда копулой Стьюдента).

Литература. **1.** Пеникас Г.И., Симакова В.Б. Управление процентным риском на основе копулы GARCH-моделей // Прикладная эконометрика 2009.№1 (13). С. 3-36. **2.** Cherubini U., Luciano E., Vecchiato W. Copula Methods in FInance. N.Y.:Wiley, 2004. **3.** Nelsen R., Introduction to Copulas. New York: Springer, 2006. **4.** Frees E., Valdez E. Understanding relationships using copulas // North American Actuarial Journal. 1998. №2. P.1-25.

Аркуша А.Д., Артемова Г.О., Гусарова Н.Ф., Добренко Н.В.
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия

Оптимизация бизнес-процессов предприятия с использованием метрик связности и сцепления

Постановка задачи. Бизнес-архитектура и информационная архитектура большинства современных предприятий образуют тесно взаимосвязанный комплекс. Необходимы информационные технологии, позволяющие с единых системных позиций формировать и оптимизировать структуру таких комплексов. Особенно актуальна эта проблема для предприятий, на которых часто вносятся изменения в бизнес-процессы. В этом случае к соответствующим технологиям предъявляются следующие требования: с ними должны работать рядовые сотрудники предприятия, хорошо ориентирующиеся в специфике бизнес-процесса, а не приглашенные специалисты-программисты, услуги которых требуют больших затрат ресурсов; внесение изменений должно выполняться быстро и не затрагивать уже запущенные процессы. Перспективной в этом плане является технология Workflow, которая ориентирована на моделирование и координацию бизнес-процессов, описание взаимосвязей и последовательности их выполнения. Технология Workflow позволяет задать правила описания и взаимодействия бизнес-процессов и выполнить моделирования схемы потоков работ. Однако вопросы количественной оценки эффективности структуры построенных схем до сих пор остаются открытыми и являются актуальными.

Цель работы . Цель работы разработать методику построения альтернативных вариантов организации бизнес-процессов и оценки их эффективности, что позволит определить пути оптимизации существующего процесса. В качестве базовой предметной области предполагается рассмотреть деятельность ресурсоснабжающей организации, связанная с формированием разрешительной документации.

Полученные результаты. Методика представляется в виде последовательности шагов:

1. Проанализируем существующие бизнес-процессы и на основании анализа построим диаграмму «как есть». В связи с отсутствием стандартизованного языка для реализации технологии Workflow для построения диаграммы выбрана произвольная нотация, где выделены действия (операции) и переходы, образующие множество D.
2. Выделим основные подразделения и других участников, задействованных в процессе. Для этого выделим на диаграмме группы бизнес-процессов, которые относятся к одному подразделению. Стоит обратить внимание, что в качестве участника процесса также могут выступать другие программы или оргтехника (например, принтеры и др.).
3. Определим условия перехода для каждой операции. Условия могут быть различных типов:
   a) логические условия AND, OR и др., которые используются для связи нескольких операций.
   b) условия перехода между двумя операциями, имеющие, в свою очередь, ряд типов:
      i. для выполнения операции необходимо наличие другой завершенной операции
      ii. запрещено выполнение операции, если есть связанная с ней операция
      iii. одна операция закрывает связанную с ней операцию
4. Определим все ресурсы W, которые будут участвовать в выделенном бизнес-процессе, и привяжем их к каждой операции, в которой они используются. В понятие ресурсов может входить информация из других систем, формируемые документы или документы, полученные от других отделов, необходимые для выполнения перехода.
5. Выделим повторяющиеся наборы операций и назовем их паттернами. Паттерны можно использовать в любом бизнес-процессе в рамках предприятия как готовый шаблон. Важно, что при внесении изменений в запущенный процесс, изменения в паттерны

вноситься не могут, поскольку они являются единой структурой, а не набором операцию. Процесс внесения изменений будет ожидать завершения обработки паттерна, и только после его выполнения «пускать» выполнение операций по новому пути.

6. После выполнения п.п. 1-5 построим первую альтернативную модель путем группировки операций в действия и рассчитаем среднее сцепление бизнес-процессов, коэффициент их связности и соотношение между полученными величинами. После чего построим несколько других альтернативных вариантов бизнес-процесса и произведем сравнительную оценку их эффективности, используя метрики связности и сцепления.
7. Проверяем на достижимость все информационные элементы, ресурсы и операции. Структуру информационных процессов формализуем при помощи подхода, который состоит в описании структуры операций информационных процессов при помощи набора (D,W,O), где

   D – набор информационных элементов, которые получаются или используются в ходе процесса,

   W – набор ресурсов или ролей, которые доступны для процесса,

   O ∈ D*W*P(D) – набор достижимых элементов P для W. Для определения достижимости элементов в системе построим матрицу смежности, а на основании матрицы смежности построим матрицу достижимости.

   S - набор операций и информационных элементов, которые можно объединить в единое действие. Операции объединяются только в случае наличия у них общих элементов и переходов. Путем объединения отдельных операций в действия перестроим структуру изначальной модели с целью упрощения ее анализа, получив тем самым первый альтернативный вариант модели.

Для анализа модели в работе рассчитываются следующие показатели:

- Сцепление показывает, насколько сильно разные операции влияют друг на друга и связаны между собой.
- Сцепление информационных элементов основано на информационных элементах, которые используются в качестве входа/выхода операция соответствующей деятельности. Метрика показывает, как много элементов используется более одного раза по отношению ко всем используемым элементам.
- Сцепление действий показывает сцепление информационных элементов и процессво в действии

$$ch = \sum c(t)/S$$

- Связность процессов показывает, насколько сильно связаны действия в процессе. Два действия связаны между собой только когда оба используют одни и те же информационные элементы. Метрика показывает, сколько с активностью связано других активностей. Все пары действий учитываются дважды.

$$cp = \begin{cases} |(T1,T2) \in S*S | T1 \neq T2 \wedge (T1 \cap T2) \neq \varnothing / S*(S-1) & S > 0, \\ 0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases}$$

– Соотношение сцепления и связности процесса = связность процессов/ сцепление

$$p = cp/ch$$

После построения нескольких альтернативных вариантов и расчета их показателей выбирается оптимальный вариант построения схемы бизнес-процессов.

Бабич Л.В. *— рецензент Бідюк П.І.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Аналіз данних з використанням Байєсовських моделей

В роботі виконується огляд деяких моделей байєсівського аналізу даних з метою встановлення можливості їх використання для прогнозування, пропонується інтегрована модель даних, яка ґрунтується на поєднанні імовірнісного та регресійного підходів, виконується порівняльний аналіз результатів прогнозування за допомогою запропонованої імовірнісної моделі з комбінованими регресійними моделями.

У процесі аналізу даних різної природи ми часто зустрічаємось з так званими невизначеностями, тобто неповнотою інформації про досліджуваний процес, значними впливами випадкових збурень і шумів (похибок) вимірів, нестаціонарною структурою і параметрами процесів. Тобто можна говорити про наявність структурних, статистичних і параметричних невизначеностей, які ускладнюють процес аналізу даних і погіршують якість остаточного результату – оцінок прогнозів та/або якості керування (автоматизованого або автоматичного). Байєсівській підхід являється широким класом методів моделювання, прогнозування і керування, які спрямовані на боротьбу з невизначеностями.

Байєсівський аналіз даних (БАД) означає створення методів і моделей для формування імовірнісних висновків стосовно значень вибраних змінних або параметрів на основі статистичних (експериментальних) даних і експертних оцінок. Суттєвою відмінністю байєсівських методів від регресійного аналізу та багатьох інших методів є використання у них в явному вигляді ймовірностей для кількісного опису невизначеностей у висновках, що формуються на основі даних [1]. Зручність використання ймовірностей для кількісного опису невизначеностей можна пояснити так: (1) за аналогією: оскільки невизначеність є наслідком фізичної випадковості, то логічно описати цю невизначеність на мові випадкових подій; (2) аксіоматичність підходу: імовірнісний підхід приводить статистичний висновок до контексту прийняття рішень з втратами або виграшем; (3) існування принципу когерентності ймовірностей: згідно з цим принципом присвоювання ймовірностей усім можливим подіям має бути таким, щоб конкретна особа не могла отримати визначений кількісний виграш в результаті прийняття участі у грі або інших подіях.

Процедуру Байєсівського аналіуз даних можна умовно розділити на три етапи:

– побудова повної імовірнісної моделі у вигляді спільного розподілу ймовірностей для усіх спостережуваних і не спостережуваних змінних, які використовуються для опису стану досліджуваного об'єкта або процесу; така модель повинна узгоджуватись із законами та закономірностями протікання процесу та наявними даними;

– використовуючи наявні дані і знання стосовно процесу, обчислити та інтерпретувати належний апостеріорний розподіл, тобто знайти умовний розподіл ймовірностей для визначених цільових змінних;

– оцінити якість побудованої моделі та інтерпретувати отриманий апостеріорний розподіл; тобто необхідно оцінити якість опису даних моделлю, виявити чутливість отриманого результату до припущень, прийнятих на першому етапі, і перевірити коректність висновків;

Для прогнозування ціни біржового активу була застосована адаптивна БМ, яка дає можливість зменшити об'єми таблиць умовних ймовірностей у випадку моделювання динамічних систем [2]. Властивості адитивних моделей дають можливість використати для прогнозування БМ разом з регресійними моделями. Отримані результати порівняно з логістичною регресією. Задачі такого типу виникають при виконанні торгових операцій з активами.

Література. Artificial Intelligence, 1990, vol. 42, pp. 393 – 405. **1.** Bernardo J.M., Smith A.F.M., *Bayesian theory*. New York: New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001. – 586 p. **2.** Cooper G., "The computational complexity of probabilistic inference using Bayesian belief networks". *Artificial Intelligence*, 1990, vol. 42, pp. 393 – 405.

Бахрушин В.Е.
Классический приватный университет, Запорожье, Украина

Эмпирические функции распределения в прикладных статистических исследованиях

Известно, что функция распределения случайной величины дает полную информацию об изучаемой совокупности данных. Но на практике чаще всего применяют ограниченный набор показателей (среднее арифметическое, стандартное отклонение, ...) и графиков (гистограмма, диаграмма разброса, ...), которые дают менее полное описание данных. Более того, во многих случаях использование этих показателей является неправомерным или нецелесообразным. Например, это относится к случаям неоднородного распределения, высоких асимметрии или эксцесса и др. Сложившаяся ситуация обусловлена, в первую очередь, историческими причинами и традициями, возникшими в "докомпьютерную эру". Однако сегодня нет технических проблем с применением более мощных инструментов описательной статистики в прикладных исследованиях.

В докладе показана целесообразность использования эмпирических функций распределения (ЭФР) для решения ряда задач в прикладных статистических исследованиях. ЭФР является эмпирическим аналогом теоретической функции распределения и приближается к ней с увеличением объема выборки. Поэтому она (с некоторой погрешностью) содержит наиболее полную статистическую информацию об исследуемой выборке. При этом, в отличие от других средств, используемых при построении описательной статистики, ЭФР представляет собой также и удобное средство визуализации данных.

На сегодня наиболее известным применением ЭПР в статистических исследованиях является их использование в критериях согласия типа омега-квадрат и Колмогорова-Смирнова. Однако они могут быть полезны для решения более широкого круга задач, в частности, при наличии теоретических моделей, включающих функцию распределения или определяемые на ее основе величины. Примером может служить использование ЭФР для оценивания рисков, в частности, величины VaR.

В работах [1, 2] нами была показана целесообразность использования ЭФР для оценивания качества университетских рейтингов. Для этого предложен ряд априорных критериев, которым должны удовлетворять статистические характеристики итоговых показателей "идеального" рейтинга (среднее арифметическое, нормированное стандартное отклонение, коэффициент асимметрии). При этом исходили из желательности обеспечения максимальной "разрешающей способности" используемого индикатора. Для исследования указанных характеристик удобным инструментом являются ЭФР. Проведенный анализ показал, что все исследованные рейтинги (ARWU, THE, QS, ТОП-200 университетов Украины, Компас, Национальный рейтинг российских университетов и др.) в большей или меньшей мере отклоняются от этих критериев. В наибольшей степени им соответствует рейтинг THE, а в наименьшей – украинские и российские рейтинги университетов.

Также с применением ЭФР нами был проведен анализ показателей качества тестовых заданий ЗНО 2009–2011 гг. (для ЗНО 2012 г. в официальном отчете отсутствует информация о показателях качества тестовых заданий). Соответствующие результаты частично представлены в работах [3, 4]. Полученные данные свидетельствуют о том, что для всех дисциплин имеется большое число тестовых заданий с низкими коэффициентами корреляции. Согласно требованиям к образовательным тестам, такие задания должны удаляться. На рис. 1 в качестве примера представлены ЭФР средних баллов сертификатов ЗНО для абитуриентов направления "Программная инженерия" 2012 г. пяти украинских вузов (ФИВТ НТУУ "Киевский политехнический институт", Днепропетровский национальный университет, Национальный горный университет, Запорожский национальный технический университет и Запорожская государственная инженерная академия). Исходные данные взяты с сайта vstup.info. Приведенные данные хорошо иллюстрируют наличие существенного различия между исследуемыми

выборками. В частности, медианные значения для ЗНТУ и ЗГИА соответствуют примерно 162 баллам "КПИ" это уровень 7% квантиля), а для ФИВТ НТУУ "КПИ" 181 баллу (для ЗНТУ и ЗГИА это 94% квантиль). Некоторые другие примеры использования ЭФР в прикладных статистических исследованиях представлены в [5].

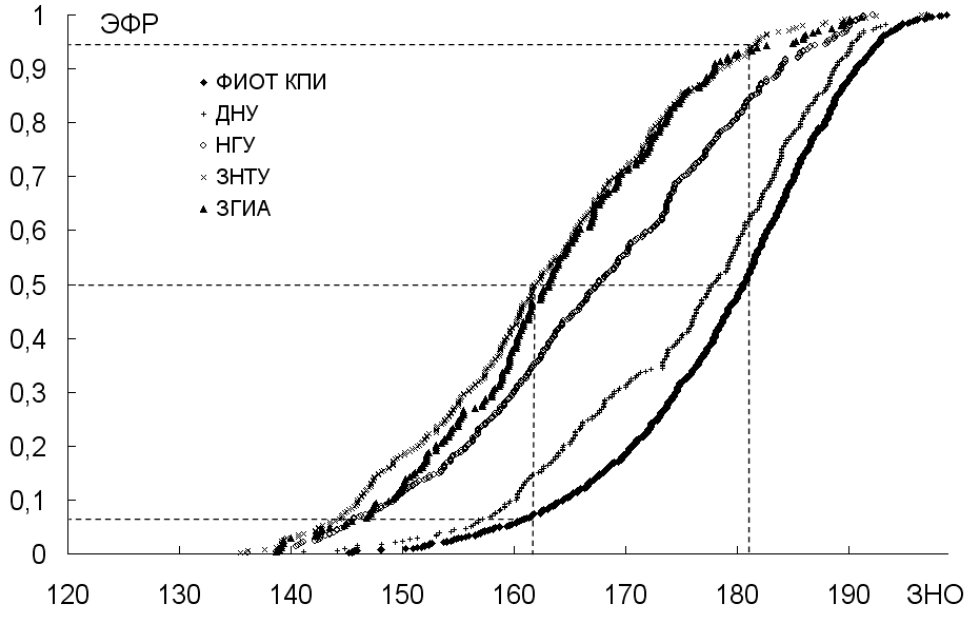


Рис. 1. ЭФР средних баллов сертификатов ЗНО абитуриентов направления "Программная инженерия" в 2012 г.

В стандартных статистических пакетах не имеется встроенных средств для построения ЭФР. Однако это легко может быть реализовано средствами языка R.

```
xs = sort(x)
v = seq(from = 1/n, to = 1, by = 1/n)
plot(xs,v)
```

Здесь первый оператор упорядочивает элементы вектора X по возрастанию и формирует вектор абсцисс точек ЭФР, второй – формирует вектор ее ординат, а третий – строит график ЭФР.

Литература. **1.** Бахрушин В.Е. Статистический анализ университетских рейтингов // Успехи современного естествознания. 2010. – № 12. – С. 118–119, http://www.rae.ru/use/pdf/2010/12/81.pdf. **2.** Бахрушин В.Є. Статистичний аналіз університетських рейтингів // Освіта і управління. – 2011. – № 1. – С. 7–12. **3.** Бахрушин В.Є. Статистичний аналіз тестів ЗНО 2009–2011 // Вища освіта України. Тематичний випуск "Вища освіта України в контексті інтеграції до Європейського освітнього простору" / Ред. Кремень В.Г., Савченко О.Я., Маноха О.П. та ін. 2011. Додаток 2 до № 3. – Т.3 (28). С.29–35. **4.** Бахрушин В.Є. Статистичний аналіз ЗНО 2009–2011 // Higher Education in Ukraine: Internationalization, Reform, Innovation. International Conference. April 20–21, 2012. Kyiv, Ukraine, http://educationconferenceua2012.org.ua/doc/Bakhrushin_UA_Paper.doc. **5.** Бахрушин В.Є., Ігнахіна М.О. Застосування емпіричних функцій розподілу в дослідженні соціально-економічних систем // Складні системи і процеси. 2012. – № 1. – С. 103–111, http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/Ssip/2012_1/Bah21.pdf.

Бейко І.В., Щирба О.В.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ, Україна

Побудова прискорених алгоритмів для розв'язування оптимізаційних задач із частинними похідними

З використанням різницевих апроксимацій частинних похідних

$$D^{ij}x_k(t,s)=\frac{\partial^{i+j}x_k(t,s)}{\partial t^i\partial s^j}, D^{ij}u_k(t,s)=\frac{\partial^{i+j}u_k(t,s)}{\partial t^i\partial s^j}$$

будуються числові алгоритми обчислення наближених розв'язків оптимізаційної задачі мінімізації функціонала

$$J(x,u)=\iint\limits_D f_J(t,s,x(t,s),u(t,s),\frac{\partial x(t,s)}{\partial t},\frac{\partial u(t,s)}{\partial t},...,\frac{\partial^{\alpha^x}x(t,s)}{\partial t^{\alpha_t^x}\partial s^{\alpha_s^x}},\frac{\partial^{\alpha^u}u(t,s)}{\partial t^{\alpha_u^x}\partial s^{\alpha_s^u}})dtds$$

на множині розв'язків $x:D\to R^m$ системи диференціальних рівнянь

$$f_0(t,s,x(t,s),u(t,s),\frac{\partial x(t,s)}{\partial t},\frac{\partial u(t,s)}{\partial t},...,\frac{\partial^{\alpha^x}x(t,s)}{\partial t^{\alpha_t^x}\partial s^{\alpha_s^x}},\frac{\partial^{\alpha^u}u(t,s)}{\partial t^{\alpha_u^x}\partial s^{\alpha_s^u}})=0$$

і на множині

$$U=\{u(t,s)\in R^r|D^{ij}u_k(t,s)\in[u_{kij}^{\min}(t,s);u_{kij}^{\max}(t,s)],(t,s)\in D_k\subset D,(k,i,j)\in K_u\}$$

допустимих керувань $u\in U$ при наявності додаткових обмежень

$$\iint\limits_{D_l} f_l(t,s,x(t,s),u(t,s),\frac{\partial x(t,s)}{\partial t},\frac{\partial u(t,s)}{\partial t},...,\frac{\partial^{\alpha^x}x(t,s)}{\partial t^{\alpha_t^x}\partial s^{\alpha_s^x}},\frac{\partial^{\alpha^u}u(t,s)}{\partial t^{\alpha_u^x}\partial s^{\alpha_s^u}})dtds\leqslant 0, l=\overline{1,n_1},$$

$$f_l(t,s,x(t,s),u(t,s),\frac{\partial x(t,s)}{\partial t},\frac{\partial u(t,s)}{\partial t},...,\frac{\partial^{\alpha^x}x(t,s)}{\partial t^{\alpha_t^x}\partial s^{\alpha_s^x}},\frac{\partial^{\alpha^u}u(t,s)}{\partial t^{\alpha_u^x}\partial s^{\alpha_s^u}})\leqslant 0, l=\overline{n_1+1,n_2},$$

для неперервно-диференцьовних функцій $f_0,f_l,h_i,u_{kij}^{\min},u_{kij}^{\max}$ на заданих множинах $D\subset R^2$, $D_l\subset D$. Із використанням умов оптимальності Каруша-Куна-Таккера для випадків опуклих оптимізаційних задач, зокрема, лінійних задач

$$J(x,u)=\iint\limits_{D_1}(\sum f_{(k,i,j)\in K_1^1}a_{kijl}(t,s)\frac{\partial^{i+j}x_k(t,s)}{\partial t^i\partial s^j}+\sum_{(k,i,j)\in K_1^2}b_{kijl}(t,s)\frac{\partial^{i+j}u_k(t,s)}{\partial t^i\partial s^j})dsdt,$$

$$f_l(t,s,x,u)=\sum f_{(k,i,j)\in K_l^1}c_{kijl}(t,s)\frac{\partial^{i+j}x_k(t,s)}{\partial t^i\partial s^j}+\sum_{(k,i,j)\in K_l^2}d_{kijl}(t,s)\frac{\partial^{i+j}u_k(t,s)}{\partial t^i\partial s^j},$$

та з використанням методів внутрішніх точок будуються прискорені алгоритми одночасного розв'язування прямих і двоїстих оптимізаційних задач. Інші варіанти прискорених алгоритмів будуються із використанням ньютонівських методів ітераційного проектування на множини допустимих розв'язків.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Бодрик Н.П.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, Україна

Стійкість розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь зі змінним запізненням і зовнішніми випадковими збуреннями

На ймовірнісному базисі $(\Omega, \mathfrak{F}, \{\mathcal{F}_t, t \geqslant 0\}, \mathbb{P})$ задано випадковий процес $\{x(t) \equiv x(t,\omega), t \in [-h, T], \omega \in \Omega\} \subset \mathbb{R}$, $T \in \mathbb{R}_+$, який визначається системою стохастичних диференціально-різницевих рівнянь другого порядку (СДРР) спеціального вигляду [2]

$$dx(t) = y(t)dt,$$

$$dy(t) = -[a(t)x(t) + b(t)x(t - \Delta(t))]dt + \\ +[f(\gamma)\alpha(t)dw(t)]x(t)dt. \tag{1}$$

де $a(t), b(t), \alpha(t), t \in \mathbb{R}_+ \subset \mathbb{R}$ - детерміновані функції, $w(t), t \in \mathbb{R}_+ \subset \mathbb{R}$ - одновимірний вінерів процес; $\Delta(t) \in [0, h], h > 0$ - неперервна детермінована по t функція; $f(\cdot)$ - борелева функція; $\gamma \equiv \gamma(\omega)$ - випадкова величина із законом розподілу $F_\gamma \equiv \mathbb{P}\{\omega : \gamma < x\}$.

Будемо вимагати обмеження на коефіцієнти рівняння (1), а саме:

1. $|b(t)| \leqslant b$, $|\alpha(t)| \leqslant b$; $\forall t \in [0, \infty)$;
2. $|a(t)| \leqslant c$ $\forall t \in [0, \infty)$.

Розглянемо систему детермінованих диференціальних рівнянь

$$dx(t) = y(t)dt,$$

$$dy(t) = -[a(t)x(t) + b(t)x(t - \Delta(t))]dt \tag{2}$$

з початковими умовами

$$x(t - \Delta(t)) \mid_{t \in I} = x_0\varphi(t - \Delta(t)), \dot{x}(0) = \dot{x_0}, \tag{3}$$

де $I := [0, \Delta]$, $\Delta \equiv max\Delta(t) > 0$, причому $\varphi(0) = 1$.

Умови 1)- 2) гарантують існування сильного розв'язку на $[0, T)$ і його неперервну залежність від початкової функції на $[0, T]$ [1].

Розглянемо третю умову, що гарантує обмеженість другого моменту сильного розв'язку задачі (1):

3. довільний розв'язок $u(t), t \in \mathbb{R}_+$ однорідної задачі (3), (4) обмежений на $\mathbb{R}_+$ і інтегровний в квадраті, такий, що

$$max\left(\int_0^\infty u^2(t - \Delta(t))dt, \int_0^\infty u^2(t)dt\right) = \frac{h^2}{2} < \infty.$$

Теорема 1. Нехай для детермінованої системи диференціально-різницевих рівнянь (2) виконуються умови 1) – 3) та умова

$$\lim_{t \to \infty} y(t) = 0.$$

Тоді другий момент розв'язку задачі Коші для (1), (3) асимптотично стійкий у середньому квадратичному. [3]

Зауважимо, що із стійкості в середньому квадратичному не випливає стійкість майже напевно, бо розв'язок відповідного стохастичного диференціально-різницевого рівняння не є мартингалом.

Література. **1.** Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения и их применения. - К.: Наукова думка, 1982. - 612 с. **2.** Норкин С.Б. Дифференциальные уравнения второго порядка с запаздывающим аргументом. – М. Наука, 1981. – 354 с. **3.** Ясинський В. К., Ясинський Є.В., Юрченко І.В. Стабілізація у динамічних системах випадкової структури. – Чернівці: Золоті литаври, 2011. – 738 с.

Болдак А.О., Сухарєв Д.Л.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Кількісна оцінка інформаційних втрат при перетворенні вимірювальних шкал

Дані, які використовуються в міждисциплінарних дослідженнях, як правило, мають різну природу, обумовлену їхнім об'єктивним змістом, цільовим призначенням і способом одержання. У цьому випадку побудова агрегованих міждисциплінарних моделей вимагає розв'язку цілого комплексу задач, пов'язаних із приведенням цих даних до єдиної семантики, до єдиного діапазону значень і до одних одиниць виміру за умови мінімізації інформаційних втрат, що неминуче виникають у результаті узгодження. Таке узгодження даних спричиняє необхідність розв'язку декількох типів задач. Перший тип задач пов'язаний з оцінкою інформаційних втрат і росту невизначеності моделі, другий тип задач пов'язаний з розробкою методології кількісної оцінки узгодженості даних різної природи, третій – з розробкою алгоритмів і методів такого узгодження.

Мета роботи полягає у визначені кількісних оцінок інформаційних втрат, що виникають при перетворенні даних з однієї шкали вимірювань в іншу.

Шкала вимірювань являє собою трійку $S = (E, M, g)$, яка повністю визначає процес вимірювання [1], де g – відповідність між емпіричною системою E і вимірювальною системою M, задана за допомогою сюр'єкції $g : E \to M$.

Оцінка інформаційних втрат при вимірюваннях за допомогою шкали $S = (E, M, g)$ пов'язана з оцінкою невизначеності зворотного відображення $g^{-1} : M \to E$. Згідно [2], інформація, отримана в результаті безпосереднього з'ясування стану емпіричної системи, визначається як $I_E = H(E)$, де $H(E)$ – її власна ентропія. Але, як правило, стан емпіричної системи можна визначити лише опосередковано за допомогою шкали $S = (E, M, g)$. Тоді інформаційні втрати можна оцінити за допомогою величини

$$\Delta I(M, E) = I_E - I_{M\to E} = H(E) - (H(E) - H(E|M)) = H(E|M), \tag{1}$$

де $H(E|M)$ – це умовна ентропія, що характеризує невизначеність стану емпіричної системи в тому випадку, коли стан вимірювальної системи повністю визначений.

Повна інформація систем E і M є симетричною:

$$H(E) - H(E|M) = I_{M\to E} = I_{E\to M} = H(M) - H(M|E), \tag{2}$$

де $H(M|E)$ – умовна ентропія вимірювальної системи.

У разі відсутності побічного впливу на вимірювальну систему вона вважається підлеглою емпіричній системі ($H(M|E) = 0$), а вираз (1) з урахуванням співвідношення (2) приймає вигляд:

$$\Delta I(M, E) = H(E) - H(M) \tag{3}$$

Процес перетворення даних з однієї шкали S_1 в іншу S_2 можна представити як процес вимірювання, в якому S_1 відіграє роль емпіричної системи, а S_2 – вимірювальної, тобто можна визначити нову шкалу $T_{S_1\to S_2} = (S_1, S_2, \varphi)$, де $\varphi : S_1 \to S_2$.

Вираз для чисельної оцінки інформаційних втрат, що виникають при переході від кількісної шкали до порядкової (або номінальної) шкали, формулюється в термінах кількості відліків вихідної (кількісної) шкали n і кількості відліків цільової (порядкової або номінальної) шкали m. Цей вираз для порядкової шкали визначається наступним чином:

$$\Delta I(n, m) = \sum_{l=1}^{m} \frac{R(n, l) C_m^l log(C_{max(n,l)}^{min(l,n)})}{m^m}, \tag{4}$$

а для номінальної шкали, набуває вигляду:

$$\Delta I(n, m) = \sum_{l=1}^{m} \frac{S(n, l) A_m^l log(A_{max(n,l)}^{min(l,n)})}{m^m}. \tag{5}$$

У формулах (4) і (5) C_m^l, $C_{max(n,l)}^{min(l,n)}$ позначають число сполучень, A_m^l і $A_{max(n,l)}^{min(l,n)}$ – число розміщень, $R(n,l) = \sum_{j=0}^{l}(-1)^j C_l^j (l-j)^n$ – число Моргана, а $S(n,l) = \frac{R(n,l)}{l!}$ – число Стірлінга другого роду.

Невизначеність моделі, що виникає при переході від більш «слабких» до більш «сильних» шкал, може бути зменшена за рахунок використання додаткової інформації про досліджувані об'єкти. Наприклад, якщо при кластеризації об'єктів по якому-небудь показнику X^j зберегти інформацію про середні значення кожного кластера C^j, то використання цієї додаткової інформації при зворотному переході від номінальних значень кластерів C^j до кількісних оцінок X^j дозволяє знизити невизначеність моделі.

Корисність використання додаткової інформації при перетворенні даних можна оцінити за допомогою виразу:

$$U(I, S_1, S_2) = \Delta I(S_1, S_2) - \Delta I((S_1, S_2)|I), \tag{6}$$

де $U(I, S_1, S_2)$ – корисність додаткової інформації I при переході від шкали S_1 до шкали S_2, $\Delta I(S_1, S_2)$ і $\Delta I((S_1, S_2)|I)$ – втрати інформації при перетворенні даних відповідно без використання і з використанням додаткової інформації I.

На рис. 1 представлена експериментально отримана залежність між довжиною протоколу вимірів k (кількість аналізованих об'єктів), і нормованими значеннями $\Delta I(S_1, S_2)$, $\Delta I((S_1, S_2)|I)$ і $U(I, S_1, S_2)$ для наведеного вище прикладу.

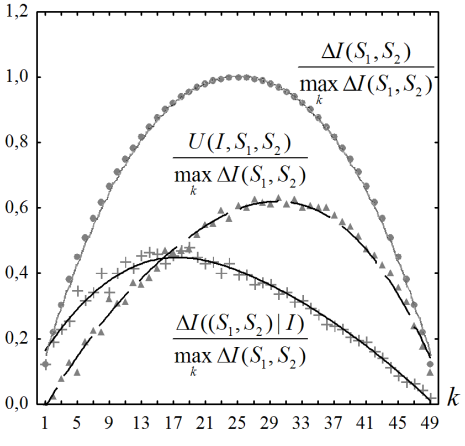


Рис. 1. Залежність інформаційних втрат від довжини протоколу вимірювань для переходу від номінальної шкали до порядкової шкали

Як видно з рис. 1, саме для критичних довжин протоколів, коли інформаційні втрати досягають максимуму, корисність додаткової інформації виявляється найбільшою і складає у відносних величинах близько 60% від максимального значення інформаційних втрат.

Таким чином, отримано аналітичні вирази для обчислення інформаційних втрат при перетворенні даних з номінальних та порядкових шкал у кількісну шкалу, які дозволяють враховувати невизначеність такого перетворення при оцінці адекватності агрегованих міждисциплінарних моделей, а також створюють передумови для розробки методів перетворення даних з використанням додаткової інформації з метою зменшення інформаційних втрат.

Література. **1.** Foundation of measurement. Luce R.D., Krantz D.H., Suppes P., Tversky A. San Diego : Academic Press, 1990 г., T. 3: Repreentation, axiomatization and invariance. **2.** E.C., Вентцель. Теория вероятностей. М : Высш. шк, 1999. стр. 576.

Бояринова Ю.Е.[1,2] ***Городько Н.А.***[2]
[1]*Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина;* [2]*Институт проблем регистрации информции НАН Украины, Киев, Украина*

Гиперкомплексный подход к моделированию процессов в системах организационного управления

Система оганизационного управлеия (СОУ) - это систематизированный набор средств сбора сведений об организационой системе и средств воздействия на ее поведение (планирование, организацию, мотивации (функционирование / механизм действия) и контроль) с целью принятия управленческих решений, направленных на достижение оптимального взаимодействия всех взаимосвязанных элементов системы. Наличие в СОУ множества взаимосвязанных подсистем (элементов), следствием взаимодействия которых являются новые свойства системы в целом, предопределяет ее как сложную систему.

Разработка и эксплуатация СОУ выявили проблемы [1–3], решить которые можно лишь на основе комплексной оценки различных по своей природе факторов, разнородных связей, внешних условий и т. д. В связи с этим при математическом моделировании процессов функционирования СОУ, по-прежнему актуальным является формализованное описание :

- переменных, описывающих состояние системы и существенные параметры внешней среды, а также шкал их измерения и критериев оценки;
- ограничений, то есть множеств возможных значений переменных и параметров, а в динамических моделях начальных условий;
- связей между переменными с учетом всей имеющейся информации о моделируемой системе, а также известных законов, закономерностей и т.п., описывающих данную систему.

В работе анализируются различные подходы к оценке процесса сопоставления значений качественных или количественных характеристик исследуемой системы значениям соответствующих систем представления исходных данных (шкал). На основании этого анализа в качестве системы представления данных была выбрана непозиционная система представления данных с помощью гиперкомплексных числовых систем (ГЧС) [4]. Определив систему базисов $e_i \in E$, переменные СОУ и связи между ними, можно описать числами вида $X = \sum_{i=1}^{n} x_i e_i$ и законом взаимодействия базисных элементов $e_i e_j = \sum_{k=1}^{n} \gamma_{ij} e_k$.

Тогда область допустимых решений задачи моделирования процессов СОУ может быть получена при решении системы уравнений, которые описывают ограничения на выполняемые в процессе операции как функции $g_i \in G$ от гиперкомплексных переменных $x_i e_i \in X$ и ресурсы их выполнения $b_i \in B$:

$$G(X) \leqslant B$$

Таким образом, целенаправленным решением задачи, которое обеспечит целостность и жизнедеятельность СОУ, будет оптимальное значение системы уравнений описывающих критерии оценки результата $F_i \in F$:

$$\underset{X}{\operatorname{extr}} f_i(X) = F_i,\ f_i \in F,\ i = \overline{1,m},$$

где: $f_i(X)$ - целевая функция от гиперкомплексного переменного; F_i - значение i-го критерия (целевой функции); m - число допустимых критериев оценки процесса СОУ.

Литература. **1.** Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: Учеб. пособие / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова.- М.: Финансы и статистика, 2006. - 848 с: ил. ISBN 5-279-02933-5, **2.** Лоскутов А. Ю., Михайлов А. С. Основы теории сложных систем. М. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и стохастическая динамика», 2007. — 612 с. ISBN 5-93972-558-9, **3.** Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие /В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин; Под ред.А.А. Емельянова. - М.: Финансы и статистика, 2002. -368 с: ил. ISBN 5-279-02435-X, **4.** М.В.Синьков, Ю.Е.Бояринова, Я.А.Калиновский. Конечномерные гиперкомплексные числовые системы. Основы теории. Применения. – К.: ИПРИ НАН Украины, 2010. – 389 с.

Булаенко Д.В., Синельникова О.И.
Харьковский национальный университет радиоэлетроники, Харьков, Украина

Метод построения многофакторной модели цены на жилую недвижимость

Оценка цен на рынке недвижимости является одной из самых актуальных задач и одна из задач, решаемых при этом - построение модели ценообразования для жилья, другими словами, количественная зависимость цены жилья от ценообразующих факторов.

В рамках данной работы рассматривается задача разработки автоматизированного метода структурной идентификации многофакторной модели некоторого заданного целевого показателя и повышение эффективности полученной модели.

Основные требования, предъявляемые к разрабатываемому методу: минимальное участие эксперта при построении моделей; получение наиболее адекватной модели на заданном классе функций, при минимизации структуры модели; адаптивная параметрическая идентификация.

С формальной точки зрения задача сводится к поиску некоторой модели вида:

$$\widetilde{y}(t) = F(x_1(t), x_1(t-1), ..., x_1(t-T), ..., x_m(t), x_m(t-1), ..., x_m(t-T), \overline{a}, s), \tag{1}$$

где: $\overline{a}$ - вектор параметров модели, s - структура на классе моделей вида:

$$\widetilde{y}(t) = a_0 + a_1 x_1(t-l_1) + a_2 x_2(t-l_2) + ... + a_m x_m(t-l_m) + \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{m} c_{ik} x_i^k(t) + \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} b_{ij} x_i(t) x_j(t) + ..., \tag{2}$$

где: $l_1, l_2, ..., l_m$ - лаги, максимальной кросс-корреляции между соответствующей независимой переменной и зависимой; $\overline{a}$ - вектор параметров линейной модели с учетом кросс-корреляционного анализа; $\overline{c}$ - вектор параметров полиномиальной модели с учетом дисперсионного анализа; $\overline{b}$ - вектор параметров линейной модели, полученной методом группового учета аргументов.

Непосредственно метод структурной идентификации многофакторной модели состоит из нескольких этапов. На первом этапе метода происходит кросс-корреляционный анализ между всеми переменными в массиве данных, в результате чего происходит редукция первоначального множества факторов и устанавливаются параметры упреждающих зависимостей. По итогам этого строится линейная многофакторная модель с учетом упреждений, если оценка адекватности данной модели не соответствует выдвигаемым требованиям к результирующей модели, то переходим к следующему этапу.

Далее стоится полиномиальная модель, учитывающая сочетания переменных, полученная методом группового учета аргументов, при использовании частичных описаний вида $f_{i,k}(t) = b_{ik}x_i(t)x_k(t) + b_{ii}x_i(t) + b_{kk}x_k(t)$, при этом оставляются только модели прошедшие проверку адекватности. Зависимости определяются на классе линейных и полиномиальных моделей, с учетом того, что между переменными может существовать упреждающая зависимость. После чего происходит составление аддитивной многофакторной модели из полученных бинарных отношений и параметрическая идентификация полной модели. Последним этапом построения модели является реализация метода группового учета аргументов с квадратичными или кубическими частичными описаниями.

Научной новизной данной работы является построение многофакторной модели цены на жилую недвижимость с учетом макроэкономических показателей, полученную эволюционным методом. В качестве независимых факторов были выбраны следующие: ВВП, инфляция, учетная ставка НБУ, курс валют НБУ сред., минимальная заработная плата, М0, М1, М2, М3, средневзвешенные процентные ставки по кредитам в Хар. обл., средневзвешенные процентные ставки по депозитам в Украине, динамика индекса ПФТС.

Предлагаемый подход позволяет получить адекватную математическую модель цены 1 кв. м. жилой недвижимости при минимальном участии эксперта с учетом экономической обстановки в стране.

Булах В.А., Перепелкина Л.В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Модели и методы принятия решений при управлении инвестиционными решениями с объектами недвижимости в условиях рыночных отношений

Проблема определения цены на недвижимость актуальна практически для всех и каждого, будь то фирма или предприятие с различными родами деятельности, желающие приобрести недвижимость коммерческого типа или инвестировать свои средства на рынке недвижимости, или просто частные лица желающие приобрести или продать жилую недвижимость. Во всех операциях рынка недвижимости его игроков (субъектов) интересует не только цена за объект на данный момент, но и какова она будет в дальнейшем (прогноз), и каковы альтернативы для более выгодного проведения этой операции.

Решение такой задачи предлагается проводить в четыре этапа: определение спроса на различные альтернативы недвижимости (жилая, офисная, торговая, производственная, складская и т.д.), определение векторов приоритетности развития альтернатив недвижимости для каждого участка города, на основе генерального плана застройки города и многофакторного анализа городских территорий, определение наиболее оптимального вида недвижимости в наиболее приоритетной альтернативе и расчет цены текущей и прогнозной для окончательного объекта недвижимости.

За основу модели спроса на недвижимость мы взяли дифференциальную модель Еванса становления равновесной цены на рынке одного товара, вида:

$$\frac{dp(t)}{t} = \gamma(d(t) - s(t)) \tag{1}$$

где:$p(t)$ – цена на объект недвижимости в момент времени t, t - время, $d(t)$ - спрос на объект недвижимости в момент времени t, $s(t)$ - предложение объекта недвижимости в момент времени t, γ – параметр модели.

Концепция модели Еванса применена для формулировки критерия идентификации модели в следующем виде:

$$(\triangle p(t) - \gamma(\triangle D(x(t), a) - \triangle S(t)))^2 \longrightarrow \min_{\gamma, a} \tag{2}$$

где:$\triangle D(x(t), a)$ - неизвестная функция спроса, параметры которой необходимо оценить, предполагаемый вид функции – линейная комбинация входящих факторов, a - вектор неизвестных параметров, $x(t)$ - вектор независимых факторов, $\triangle p(t)$ - приращение цены на недвижимость на текущий момент, γ – неизвестный параметр, $\triangle S(t)$ - изменение объема предложения на рынке.

$$\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}(\triangle p(t-1) - \sum_{j=1}^{m} a_j x_j(t) + \triangle S(t-1))^2 \longrightarrow \min_{a} \tag{3}$$

где:N – длина выборки. Решив задачу параметрической идентификации модели спроса мы получим приращение спроса, после чего потребуется восстановить кривую спроса. Для параметрической идентификации модели спроса предлагаем решить следующую задачу оптимизации:

Задачу определения векторов приоритетности развития альтернатив недвижимости для территорий города следует решать с учетом градостроительных особенностей города, его транспортной инфраструктуры, уровня развития инженерных сетей, социальных характеристик территорий и окружающей среды, а также рыночной конкурентной среды.

Город разбит на участки размером м и для каждого участка необходимо определить вектор приоритетов развития рассматриваемых альтернатив (торговая недвижимость; офисная

недвижимость; жилая многоэтажная недвижимость; жилая малоэтажная недвижимость; гостиничная недвижимость; складская недвижимость; производственная недвижимость), то есть необходимо рассчитать поверхность приоритетов (растр), то есть матрицу, где номер ячейки это индексы и , а само значение это приоритет:

$$P = \begin{pmatrix} p_{ij}^1 & p_{ij}^2 & \dots & p_{ij}^l & \dots & p_{ij}^N \end{pmatrix}, i = 1, N_x, j = 1, N_y \quad (4)$$

где: N_x, N_y – число ячеек в растре по оси X и по оси Y, соответственно, то есть общее число исследуемых территорий равно $N_x * N_y$.

Приоритетность развития той или иной альтернативы в некоторой ячейке растра, определяется значениями факторов и является функцией от этих факторов. Для каждой отдельно взятой территории, представляет интерес анализ соотношений между приоритетностью развития различных альтернатив, потому метод оценки инвестиционной привлекательности построен таким образом, что для каждой ячейки выполняется следующее:

$$\sum_{l=1}^{N} p_{ij}^l, i = 1, N_x, j = 1, N_y, p_{ij}^l = \widetilde{f}_l(c_{ij}) = \frac{\widetilde{f}^l(c_{ij})}{\sum_{l=1}^{N} \widetilde{f}^l(c_{ij})}, \overline{p}_{ij}^l = \widetilde{f}_l(c_{ij}), l = \overline{1, N}, \quad (5)$$

где: $\widetilde{f}_l(c_{ij})$ - функция, определяющая нормализованную зависимость приоритетности развития l альтернативы от значений факторов в данной ячейки ij, при этом область определения функции $[0, 1]$; $\overline{p}_{ij}^l$, $l = \overline{1, N}$, $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, N}$, ненормированные значения привлекательности.

В результате многочисленных экспериментов была решена задача, структурной идентификации моделей $\varphi_l(c_{ij})$, по итогу для всех альтернатив функции различны.

Для расчета конкретной стоимости метра квадратного для объекта недвижимости, например, жилой многоэтажной недвижимости, необходимо определить ее конкретный Z вариант, который определяет такие $V = (V_1, V_2, ..., V_Q)$ характеристики жилой недвижимости, как тип дома (хрущевка, полька, новострой и т.д.), ремонт (косметический, капитальный, без отделочных работ и т.д.), процентные соотношения площадей (жилой, вспомогательной и т.д.), этаж расположения и прочие.

И заключающий этап – многофакторное моделирование цены объекта недвижимости и ее прогнозирование, в виде следующей функциональной зависимости для текущего момента времени и прогноза, соответственно:

$$\widehat{Y}(t) = F(x_1(t), ..., x_1(t - \tau_1), x_2(t - \tau_2), ..., x_N(t - \tau_N), S, \overline{a}), \quad (6)$$

$$\widehat{Y}(t + 1) = F(x_1(t), ..., x_1(t - \tau_1), x_2(t - \tau_2), ..., x_N(t - \tau_N), S, \overline{a}), \quad (7)$$

где:$F_s(.)$ - модель, которая описывает зависимость между зависимой переменной в момент времени t и $t1$ (для прогноза) и значениями независимых факторов, определенная методами многофакторного моделирования; S – структура модели; $\overline{a}$ - – вектор параметров модели; $\tau_1, \tau_2, ..., \tau_N$ – временные лаги для соответствующих переменных; X - статистические значения факторов, которые являются независимыми переменными.

Зависимость $F_s(.)$ предлагается рассматривать на классах: линейных моделей с учетом кросскорреляционного анализа, полученных методом регрессионного анализа и полиномиальных моделей с учетом дисперсионного анализа, полученных методом регрессионного анализа.

Литература. **1.** Ханк Д. Бизнес-прогнозирование Изд. Дом «Вильямс», 2003. **2.** Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. –М.: Мир, 1989. **3.** М.В.Новожилова, П.М. Коюда, І.А. Чуб. Моделювання економічної динаміки. –Харків: ХДТУБА, 2005.

Буценко Ю.П., Лабжинський В.А.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Побудова марківської моделі системи екологічного моніторингу

Марківські моделі є зручним засобом опису еволюції багатьох складних технічних систем, зокрема, систем екологічного моніторингу. Традиційно, при наявності таких моделей проводять дослідження типів станів вкладеного ланцюга Маркова та розподілів тривалостей перебування системи в кожному з цих станів [1]. В той же час, практична побудова такої моделі для системи, що реально функціонує та склалася в результаті розвитку та інтеграції об'єктів, які виникли в різний час, є складним процесом. Навіть наявність створеної за єдиним проектом системи моніторингу (як правило, багаторівневої) часто ускладнює ситуацію в силу обставин, що будуть з'ясовані нижче. В роботі пропонується алгоритмізований підхід до побудови марківської моделі такої системи, що враховує:

- наявність великої кількості об'єктів системи;
- існування кількох рівнів їх інтеграції;
- контроль вказаних об'єктів за низкою параметрів їх функціонування;
- можливість отримання хибної інформації про параметри об'єктів внаслідок неналежного функціонування первинних датчиків та каналів зв'язку;
- наявність на різних рівнях інтеграції об'єктів локальних керуючих центрів та можливість прийняття ними помилкових рішень про стан системи та формування помилкових керуючих впливів.

В цьому випадку при побудові марківської моделі виділяють наступні основні етапи [2]:

- побудова первинного фазового простору для кожного з об'єктів;
- побудова фазового простору, який відповідає комплексу задач, що вирішуються системою (вирішуються питання укрупнення прямого добутку фазових просторів підпорядкованих об'єктів) на кожному рівні інтеграції;
- проведення, в разі необхідності, декомпозиції отриманого фазового простору з метою забезпечення виконання марківської властивості для процесу еволюції системи;
- вибір "тактової частоти" для періодичного контролю стану системи з врахуванням технічних можливостей та задач, що вирішуються нею.

Обраний фазовий простір визначає представлення області у вигляді об'єднання підобластей, належність точки (миттєвого значення сукупності n контрольованих параметрів) одній з підобластей означає перебування системи в одному зі станів ланцюга Маркова. Слід зазначити, що "накладання" фазового простору ланцюга Маркова (побудованого на основі вищенаведених міркувань) та "фазової системи" підобластей (яку будують відповідно до нормативної бази, що існує в галузі екології) викликає необхідність "декомпозиції" деяких станів обох цих фазових просторів та "подвійний підхід" до оцінки поточного стану системи моніторингу. В той же час, класифікація станів остаточно отриманого фазового простору має враховувати:

- вищезгадані фактори можливості неналежного інформування про стан системи внаслідок дефектів системи датчиків та каналів зв'язку;
- фактор невизначеності, пов'язаний з можливостями несанкціонованого втручання в роботу системи на нижчих ієрархічних рівнях;
- можливість швидкої еволюції системи для деяких її станів, що створює підвищений рівень ризику невиявлення надзвичайної ситуації, що виникла.

Література. 1. Бардин И. В. Прогнозирование ситуаций и оптимизации принятия решений по улучшению экологической обстановки в районах с нефтяным загрязнением на основе конечных цепей Маркова / И. В. Бардин, Ю. Д. Моторыгин, М. А. Галишев // Проблемы управления рисками в техносфере. 2009. - № 1-2. - С. 32-39. **2.** Адмаев О. В. Использование марковских процессов для оценки экологической безопасности воздушного пространства города / О. В. Адмаев, Т. В. Гавриленко // Оптика атмосферы и океана. - 2010. - Т. 23, № 12. - С. 1087-1090.

Васильев В.И., Виштальд Д.М.

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Метод структурно-параметрического анализа коммуникационных сетей

Рассматриваются формализованные методы оценки и анализа стационарных структурно-параметрических характеристик коммуникационных сетей с произвольной структурной организацией. Поведение элементов сети моделируется во времени соответствующими альтернирующими процессами восстановления.

Последние десятилетия проблема надежности сетевых структур принадлежит к приоритетным направлениям в теории надежности. Идеи, подходы, методы, изложенные в основополагающих работах [1–3] применительно к задачам оценки и анализа надежности релейно-контактных схем (РКС), задачам синтеза РКС применимы и к аналогичным задачам для сетей связи. Формально сеть связи представляется взвешенным графом без петель. Граф может быть как неориентированным так и частично или полностью ориентированным. Элементы графа взвешены некоторыми весовыми параметрами. Обычно весовые значения присваиваются ребрам (дугам), считая при этом узлы абсолютно надежными. При необходимости можно присвоить веса и узлам. Для сетей с восстановлением роль весовых параметров играют коэффициенты готовности элементов сети. Отказы элементов обусловлены техническими неполадками и внешними воздействиями. Для практики важно знать, что несмотря на отказы элементов, любая пара абонентов сети может получить соединение (доступность сетевой услуги). Под доступностью сетевой услуги понимается возможность предоставления связи для любого пользователя в любой момент времени. Можно дать несколько формальных определений понятию сетевой услуги:

1. Сетевая услуга доступна, если в любой момент времени существует по крайней мере одно работоспособное остовное дерево сети.
2. В каждом из разрезающих множеств сети в любой момент времени существует по крайней мере один работоспособный элемент.
3. Между каждой парой узлов в любой момент времени существует по крайней мере один работоспособный простой путь.

Разумеется эти определения эквивалентны, но по разному представляют структуру свойства связности сети. Структурно-параметрические характеристики доступности сетевой услуги позволяют объективно ответить на вопрос какая из сравниваемых сетей лучше соответствует своему назначению. Мониторинг этих характеристик дает возможность своевременно вносить необходимые коррективы в эксплуатацию и развитие сети. Задачи оценки структурно-параметрических характеристик сетей относятся к классу так называемых «трудновычислимых» задач комбинаторной логики свойств и классов. По этой причине получение точной оценки структурно-параметрических характеристик для очень больших сетей не всегда возможно и приходится ограничиваться оценками «снизу» и «сверху». Для решения рассматриваемых задач осуществляется перевод понятий доступности сетевой услуги на язык булевых алгебр [4]. Этой цели служат алгоритмы поиска путей, разрезающих множеств сети и другие. В работе рассматриваются задачи оценки структурно-параметрических характеристик связности пары фиксированных узлов, связности фиксированного узла со всеми остальными узлами сети, связности всех узлов сети. Важно заметить, что понятие $(s-t)$-связности сети тесно соприкасается с транспортными потоковыми задачами. Стационарная вероятность связности всех узлов сети может рассматриваться как гарантированная нижняя оценка для вероятности связности любых пар узлов сети. Формализация задач оценки стационарной вероятности связности в виде пригодном для машинной реализации основана на изоморфизме булевой алгебры свойств

$$U_{\Phi} = (x_1, x_2, ..., x_n; \wedge; \vee; \bar{}) \tag{1}$$

и соответствующей ей булевой алгебры классов

$$U_K = (P(W_G); \cap; \cup; '), \tag{2}$$

где $\{x_1, x_2, ..., x_n\}$ - образующие булевой алгебры свойств (формул), а W_G - векторное пространство сети по mod2 [5].

$$|W_G| = 2^n; dim(W_G) = n. \tag{3}$$

Постановка задачи. Задано:

- $G(X, Y)$ - структура сети;
- $Y = \{y_1, y_2, ..., y_l\}$ - множество узлов сети;
- $X = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$ - множество каналов сети;
- $s, t \in Y$- два произвольных узла сети;
- θ_{x_i}- случайные интервалы доступности i-го канала сети;
- ξ_{x_i} - случайные интервалы недоступности i-го канала сети;
- $P_i = \frac{M[\theta_{x_i}]}{M[\theta_{x_i}]+M[\xi_{x_i}]}$- коэффициент стационарной готовности i-го канала сети, $\bar{P}_i = 1 - P_i = q_i, i = 1, 2, ..., n$.

С целью упрощения будем считать все узлы абсолютно надежными. Принятые предположения:

1. Зависимостью случайных величин $\{\theta_{x_i}\}$ и $\{\xi_{x_i}\}$ можно пренебречь, $i = 1, ..., n$.
$$\exists M[\theta_{x_i}] < \infty, \exists M[\xi_{x_i}] < \infty. \tag{4}$$
2. Вектор состояний элементов сети однозначно определяет $(s-t)$-связность ($(s-t)$-доступность) сети.
3. Сеть рассматривается как восстанавливаемая система с полнодоступным восстановлением.
4. При заданном режиме информационной нагрузки на сеть устанавливается стационарный режим.

Требуется найти: $P\{\varphi_{s,t}(x_1, ..., x_n) = 1\}$ - стационарную вероятность $(s-t)$-связности сети, среднее стационарное время пребывания в подмножестве состояний $(s-t)$-доступности и среднее стационарное время пребывания в подмножестве состояний $(s-t)$-недоступности. Для решения поставленной задачи используются следующие алгоритмы:

- алгоритм поиска всех кратчайших $(s-t)$-путей сети;
- алгоритм поиска всех минимальных $(s-t)$-сечений сети;
- алгоритм ортогонализации структурной функции связности сети.

В результате ортогонализации структурной функции связности получаем вычислительную схему для оценки вероятности $(s-t)$-связности, минимальную с точки зрения вычислительной трудоемкости. Присвоив в ортогонализованной МДНФ $\varphi_{s,t}(x_1, ..., x_n)$ переменным x_i значения P_i, а переменным с отрицаниями $\bar{x}_i$ значения q_i, получим представление вероятности $(s-t)$-связности как фукцию готовности элементов сети. Для нахождения среднего стационарного времени пребывания в состоянии $(s-t)$-доступности ($(s-t)$-недоступности) используются формулы:

$$M[\theta_\phi] = h_\varphi(P_1, ..., P_n) \cdot [\sum_{i=1}^{n} \frac{P_i}{M[\theta_i]} \cdot \frac{\partial h_\varphi(P_1, ..., P_n)}{\partial P_i}]^{-1}, \tag{5}$$

$$M[\xi_\varphi] = h_{\bar{\varphi}}(P_1, ..., P_n) \cdot [\sum_{i=1}^{n} \frac{\bar{P}_i}{M[\xi_i]} \cdot \frac{\partial h_{\bar{\varphi}}(P_1, ..., P_n)}{\partial \bar{P}_i}]^{-1}, \tag{6}$$

Использование изоморфизма булевых алгебр свойств и классов, а также использование дуальных автоморфизмов булевых алгебр позволяет на несколько порядков поднять порог вычислимости при точной оценке вероятности доступности сетевой услуги, а в случае сетей очень большой размерности получать оценки «снизу» и «сверху».

Литература. **1.** Дж. Фон Нейман. Вероятностная логика. - Calif. Inst. Technol, 1952 г. **2.** Е. Мур, К. Шеннон. Надежные схемы из ненадежных реле.- М.: «ИЛ», 1963 г. **3.** Birnbaum Z., Esary Y., Saunders S. Multicomponent systems and structures and their reliability. - Econometrics. - 1961. - vol.3 - №1. **4.** Р. Сикорский. Булевы алгебры.- М.: Мир, 1969. - 375 с. **5.** М. Свами, К. Тхуласираман. Графы, сети и алгоритмы - М.: Мир, 1969. - 454 с.

Волкова В.Н., Логинова А.В.
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

Развитие теории управления инновациями на основе теории систем

При разработке методов управления любыми процессами в социально-экономических системах следует иметь в виду, что они обладают рядом особенностей [3]. Для развития теории управления инновационными процессами в социально-экономических системах интересны первые четыре особенности, наиболее значимыми из которых являются «способность *противостоять энтропийным* (разрушающим систему) тенденциям и проявлять *негэнтропийные* тенденции». Реализовать негэнтропийные тенденции помогают *способность и стремление к целеобразованию, способность изменять свою структуру.*

Проявление особенностей развивающихся систем более глубоко позволяют объяснять и **регулировать закономерности систем функционирования и развития систем** – общесистемные закономерности, характеризующие принципиальные особенности построения, функционирования и развития сложных систем [2]. Эти закономерности систем можно условно разделить на четыре группы.

1. **Закономерности взаимодействия части и целого** – помогают глубже понять диалектику части и целого в системе, объяснить проблему соотношения процессов инновационности и стабильности в социально-экономических системах, определять необходимую степень обновления системы, вводить инновации в управление, обеспечивающие увеличение целостности, обеспечивающей стабильность, устойчивость функционирования, или, напротив, предоставлять больше свободы элементам, инициируя инновации, обеспечивающие развитие системы.
2. **Закономерности иерархической упорядоченности** рекомендуют учитывать, что на каждом уровне иерархической многоуровневой структуры, проявляется закономерность эмерджентности.
3. **Закономерности осуществимости систем** – закономерность *эквифинальности, закон «необходимого разнообразия» У.Р. Эшби, закономерность потенциальной осуществимости Б.С. Флейшмана* помогают понять, что развивающиеся системы по мере эволюции усложняются, и в разные периоды их жизни можно наблюдать различные состояния эквифинальности (*материальный, эмоциональный, семейно-общественный, социально-общественный, интеллектуальный* и т.п.). Выбирая инновации, нужно учитывать на какой уровень эквифинальности они ориентированы и насколько они реализуемы на этом уровне.
4. **Закономерности развития** – *закономерность историчности*, которую следует учитывать не только пассивно, но и использовать для предупреждения «смерти» системы путем реконструкции, реорганизации системы для сохранения ее в новом качестве, на новом уровне эквифинальности (более глубокие исследования с учетом природных циклов **Н.Д. Кондратьева** уже применяются в теории управления инновациями); и *закономерность самоорганизации*, которая базируется на сочетании в любой реальной развивающейся системе двух противоречивых тенденций: с одной стороны, для всех явлений, в том числе и для развивающихся, открытых систем справедлив второй закон термодинамики («второе начало»), т.е. стремление к *возрастанию энтропии*; а с другой стороны, наблюдаются *негэнтропийные* тенденции, лежащие в основе эволюции (исследованием процессов самоорганизации занимается синергетика **И.Пригожина** [6]).

Данный документ является руководством по подготовке тезисов конференции SAIT 2013 и одновременно образцом оформления с примерами верстки. Для верстки текстов с большим количеством формул существует множество команд LaTeX, описать их все в данном руководстве не представляется возможным. Примеров, приведенных в этом руководстве, будет достаточно для верстки текста без сложных математических формул. Возможно, при верстке тезисов будут

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ проекта №12-02-00247 «Управление и оценка эффективности инновационного развития социально-экономических систем»

полезны описания пакетов пользовательского уровня, перечисленных в конце руководства.

Инновации средство создания негэнтропийных тенденций в системе, т.е. для существования и развития социально-экономической системы любого уровня. При этом с учетом рассмотренных закономерностей эмерджентности, иерархической упорядоченности, историчности, экви-финальности и др. следует определять необходимую степень обновления системы, вводя соответствующие параметры (объем инновационной деятельности, влияние инноваций на переход на более высокий уровень эквифинальности, или, напротив, опасность снижения уровня эквифинально-сти и т.п.), выявлять факторы, влияющие на целостность системы или предоставление свободы ее элементам в зависимости от ее состояния в текущий период. Рассмотренные особенности и зако-номерности важно использовать при разработке моделей управления инновациями.

Одной из важных характеристик любой теории является систематизация и классификации объектов теории. В настоящее время наблюдается большое разнообразие классификаций инноваций, объясняемое тем, что они возникали в разных сферах, для различных организаций. При разработке классификации инноваций для конкретной организации полезно применить методи-ки прикладной теории систем – системного анализа. В частности, методику, основанную на учете взаимодействия системы со средой, которая помогает определить нововведения, инициируемые надсистемой, подведомственными системами, актуальной средой и системой организационного управления [5], методику, разработанную **Р. Акоффом и Ф. Эмери** [1] для определения состава системы, стремящейся к идеалу, в соответствии с которой в любой системе нужно рассматривать инновации, инициируемые экономической сферой (ИЗОБИЛИЕ по Акоффу), сферой, регулирующей разрешение межличностных и внутриличностных конфликтов, т.е. сферой юриспруденции, законодательного и нормативно-методического обеспечения деятельности отрасли, организации (обеспечивающей ДОБРО по Акоффу), сферой культуры (КРАСОТА), и сферой выработки ценностных ориентаций общества, организации (ПРАВДА по Аклффу), которую обеспечивает наука и образование.

Классификации помогают определять сферу деятельности организации, на изменение которой влияют выбираемые инновации.

Для развития теории управления инновациями полезно также использовать идеи методологии «мягких» систем **П.Чекланда** [8], рассматривающего процесс анализа любой проблемной ситуации как системно-организационный процесс ее изучения, теорию демократизации **Р.Акоффа** [7], рекомендующую участие в принятии решений в организации всех желающих, концепцию «критических систем» **В.Ульриха** [9], позволяющую оценить последствия и побочные эффекты внедряемых социальных новаций.

Реализовать эти концепции позволяет применение методики структуризации и целей организации и модели организации сложных экспертиз, базирующиеся на информационном подходе **А.А.Денисова** [3, 4] и позволяющие поучать оценки степени влияния инноваций на реализацию целей, анализировать ход внедрения инноваций и учитывать взаимного влияния инноваций.

Литература. **1.** Акофф Р. О целеустремленных системах / Р. Акофф, Ф. Эмери. – М: Сов. радио, 1974. – 272 с. **2.** Берталанфи Л. фон. Общая теория систем: критический обзор / Л. фон Берталанфи // Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23–82. **3.** Волкова В.Н. Теория систем и системный анализ / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – М.: Юрайт, 2011. **4.** Денисов А.А. Современные проблемы системного анализа: Информационный подход / А.А. Денисов. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. – 276 с.; 2005. **5.** Перегудов Ф.И. Введение в системный анализ: учеб. пособие / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – М.: Высш. школа, 1989. – 367 с. **6.** Пригожин И. Порядок из хаоса / И. Пригожин И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1986. **7.** Ackoff R.L. The Democratic Corporation / R.L Ackoff. – N.Y.: Oxford Univ. Press, 1994. **8.** Checkland P.B. Soft Systems Methodology in Action / P.B.,Checkland I. Scholes. – Chichester: Wiley, 1990. **9.** Ulrich W. Critical Heuristics of Social Systems Design / W.Ulrich. – Berne: Haupf, 1983.

Гавриш О.А., Войтко С.В.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Динаміка індексу економічного виміру сталого розвитку в оцінюванні впливу глобальної економічної кризи

Проаналізовано динаміку зміни індексу економічного виміру сталого розвитку на відтинку часу з 2007 р. по 2012 р. для країн "Великої Сімки", БРІК та інших країн. Здійснено компаративний аналіз груп країн за мінімальними, максимальними та середніми значеннями за вказаний період часу. Знайдено основні закономірності у зміні індексу економічного виміру сталого розвитку для груп країн.

Постановка завдання. Здійснити аналіз динаміки зміни індексу економічного виміру сталого розвитку для країн "Великої Сімки" та країн "БРІК", а також країн, що зазнали суттєвого впливу глобальної економічної кризи.

Вихідні дані. Масиви даних з сайту "Світового центру даних з геоінформатики та сталого розвитку" [1] . Основою для визначення числових значень обрано методику, що представлена в [2]. Для дослідження обрані такі країни: БРІК (Бразилія; Російська Федерація; Індія; Китай); Велика Сімка (Велика Британія; Італія; Канада; Німеччина; США; Франція; Японія); окремі країни, що зазнали значного впливу глобальної економічної кризи (Греція; Ірландія; Ісландія; Україна). Що стосується країн БРІК та "Великої Сімки", такий вибір зумовлений тим, що зазначені країни мають значний рівень впливу на світову економічну систему. А інші країни – для поглиблення досліджень з врахуванням глобальної економічної кризи, у тому числі й для визначення закономірностей по Україні.

За базу дослідження обрано періоди: для аналізу значення індексу економічного виміру сталого розвитку – 2007 – 2012 роки; для значення індексу сталого розвитку – 2007 – 2011 роки. Такі періоди обмежені доступністю даних та методикою їх обрахунку інструментами Світового центру даних.

Результати дослідження. На рис. 1. приведено динаміку індексу економічного виміру сталого розвитку.

Для країн БРІК характерним є знаходження значень індексу економічного виміру сталого розвитку в межах від 0,337 до 0,488 (середнє за період – 0,412). У докризовий 2007 рік співвідношення максимуму та мінімуму становила 18,8 %, проте у 2008 році, першому кризовому році вже зміна значень індикатора для зазначених країн становила 24,9 %. Зазначене значення збереглося до 2012 року, адже зміна індикатора на періоді 2009 – 2012 років знаходилася у межах 24,3 % – 30,3 %.

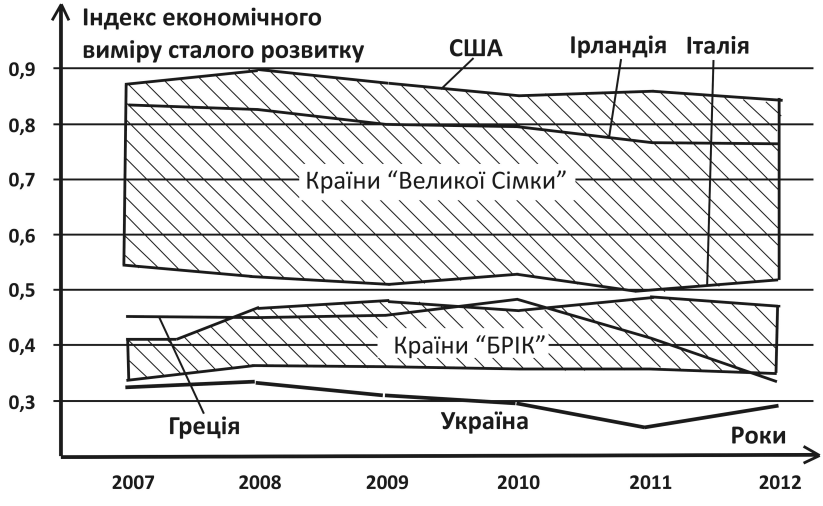


Рис. 1. Динаміка індексу економічного виміру сталого розвитку

НДР Динамічний аналіз загроз пріоритетам економічному виміру сталого розвитку адміністративно-територіальним одиницям України, 0112U001189.

Для країн “Великої Сімки” отримали досить значні розходження у значеннях індикатора. Проте досить наглядно виділяється “перша” та “друга” хвилі глобальної економічної кризи.

На рис. 2 подано індекс сталого розвитку для виокремлених у досліджених країнах.

Так, в докризовий період розходження між країнами становило 43,3 %, в кризовий та перший післякризовий роки розходження склало понад 48 %. Стабілізація 2010 року призвела до повернення на рівень 2007 року (43,3 %). Проте впродовж періоду дослідження країни “Великої Сімки” мають загальний високий рівень індексу економічного виміру сталого розвитку, починаючи з 0,5 і закінчуючи 0,9.

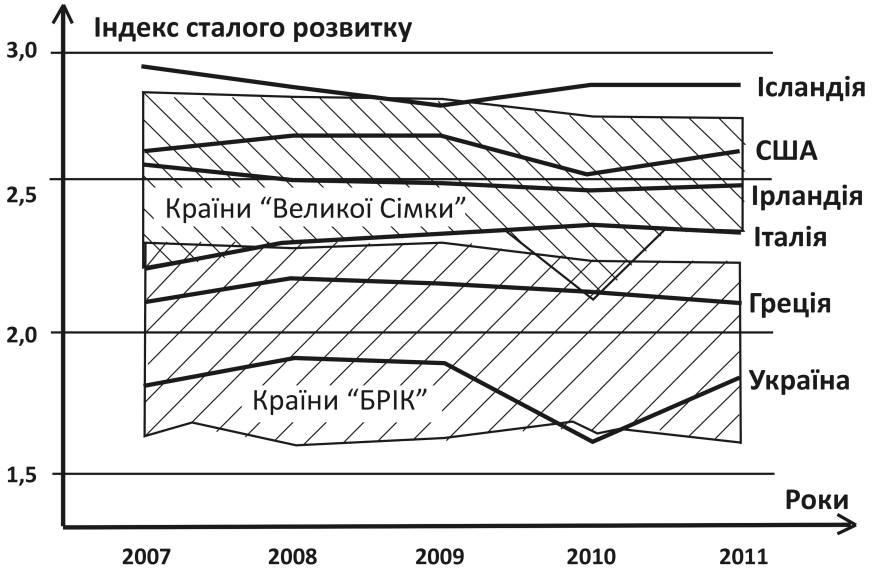


Рис. 2. Динаміка індексу сталого розвитку для обраних для дослідження країн (подано довідково)

Для третьої обраної групи країн характерним є досить значний розмах значень індексу економічного виміру: від 0,433 до 0,839. Країни відносяться до одних з найбільших боржників за обсягами зовнішнього державного боргу.

До того ж окремі з них більшою мірою зазнали впливу від глобальної економічної кризи. Слід також відмітити наявність індикатору “другої хвилі” кризи за зміною співвідношення максимального та мінімального значень. Іншими характерними рисами є постійне зниження показника максимальних значень з 0,839 до 0,765; зниження середнього рівня з 0,613 до 0,521; періодичність зростання та зниження для показника мінімальних значень.

Висновки. Отже, за аналізом зміни індексу економічного виміру сталого розвитку для країн “Великої Сімки”, БРІК та Греції, Ірландії, Ісландії та України за період з 2007 по 2012 рік слід відмітити наступні закономірності:

1. Індекс економічного виміру адекватно реагує на вплив глобальної економічної кризи;
2. Найменш вразливими до кризи виявилися країни БРІК;
3. За середніми значеннями індексу економічного виміру явно виділяється “друга хвиля” економічної кризи;
4. Для найбільш вразливих до глобальної економічної кризи країн і країн зі значним рівнем зовнішнього боргу є постійне зниження індексу економічного виміру.

Література. **1.** Сайт Світового центру даних з геоінформатики та сталого розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://wdc.org.ua/uk/data. **2.** Аналіз сталого розвитку – глобальний і регіональний контексти: У 2 ч. / Міжнар. рада з науки (ICSU) [та ін.]; Виконавці: А. О. Болдак, С. В. Войтко, І. М. Джигирей та інші : наук. кер. М. З. Згуровський. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – Ч. 1. Глобальний аналіз якості та безпеки життя людей. – 2009. – 280 с.

Глушак Л.В.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Формализация процесса построения стратегии развития коммерческого банка

Существует множество методов, моделей, приемов, инструментов для анализа статистических данных, или обработки не структурированных данных от экспертов. Эти модели позволяют с высокой точностью проанализировать и описать тенденцию анализируемого процесса. Некоторые из них даже позволяют создать прогноз, основываясь на ключевых входящих переменных, параметрах, ограничениях. Для стратегического управления сложной системой необходим план действий с формализованным подходом к построению альтернативных путей развития.

Рассмотрим проблему построения стратегии развития коммерческого банка и пути решения данного вопроса. В Украине коммерческие банки руководствуются множеством методологий и нормативных документов, опубликованных Национальным банком [1]. В добавление к нормативным документам существует множество внутренних политик по бизнес процессам (данные политики являются внутренними регулирующими документами банков и подробно описывают бизнес процессы финансового учреждения) Основная проблема в верификации внутренних и внешних политик, правил, методик между собой. Должна существовать единая база данных, которая позволяет экспертам находить связь между неструктурированными данными, отображать базовые события прошлого и ожидаемого будущего, и самое главное – позволит в рамках существующих ограничений и предположений выстроить, контролировать и динамически менять стратегию развития банка в ближайшем обозримом будущем (срок перспективного планирования зависит от целевых задач, поставленных перед менеджментом компании).

Предлагается разработать математическую модель управления активами и пассивами как параметрическую зависимость от ценовых показателей базовых продуктов банка. Денежные потоки внутри финансового учреждения являются статистической информацией о активах и пассивах на любой момент времени (в том числе и прогноз). Исходя из статистических данных составляется уравнение зависимости денежных потоков от ценовых показателей (ставки трансфертной цены и стоимости ресурсов на ликвидном меж-банковском рынке [2]). Данное уравнение предлагается использовать для управления активами и пассивами, где управляемым сигналом являются процентный ставки, т.е. ценовые показатели базовых продуктов банка.

Управление активами и пассивами коммерческого банка является краеугольным камнем в построении стратегии и решения тактических вопросов, так как все ресурсные операции (а, следовательно, и стратегические задачи) проходят в тесном взаимодействии с ликвидностью учреждения. В свою очередь, ликвидность взаимосвязана с политикой ценообразования и трансфертными потоками внутри банка. Ценовые показатели, как ключевую переменную влияющую на стратегию развития, необходимо прогнозировать на период от 1-го года. Для этого необходимо заключение экспертов, с точки зрения макроэкономических показателей. Инструмент «линейка развития» [3] позволит отобразить мнения экспертов в динамике, а надстройка в виде технологии «roadmap» выстроит стратегию развития банка в целом. Визуальное сопровождение очень важно в решении стратегических задач – оно позволяет сконцентрировать самую важную информацию (необходимую для принятия решения менеджментом банка) в доступном и обозримом виде.

Литература. **1.** http://www.bank.gov.ua/control/uk/publish/category?cat_id=58478. **2.** http://www.bank.gov.ua/control/uk/allinfo. **3.** Панкратова Н.Д., Глушак Л.В. Системный подход к реализации информационной технологии линейки развития //Системні дослідження та інформаційні технології. №1. –2012. - С. 7 - 16.

Гоблик А.В.
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, Украина

О применении метода наведенного потенциала в градостроительных задачах

В нескольких словах сущность градостроительной деятельности можно определить как корректирование градостроительного пространства под потребности человека. При этом архитекторы постоянно сталкиваются с решением задачи о размещении, отвечая при этом на вопросы: «Что (функция)? Где (в каком месте)? Когда (в какой последовательности необходимо градостроительные объекты реализовывать)?». Из-за сложности урбанизированного пространства решение упомянутой задачи требует эффективных методов принятия решения, желательно основанных на количественных оценках, что соответственно предполагает формализацию объекта планирования, а это в свою очередь требует глубокого понимания сущности города. Следует отметить, что сегодня существуют разнообразные подходы к пониманию и измерению городской среды, а также попытки формализованного представления городского пространства. В некотором смысле, когда речь идёт о городе, подразумеваются перемещения некоторых составляющих градостроительной системы из одной части пространства в другую. И если задача о размещении решена не совсем корректно – то в городе возникает масса проблем, связанных с этими перемещениями. Речь идёт не только о транспортной задаче. Прежде всего, именно привлекательность градостроительных объектов для человека и соответственно расположение этих объектов в городском пространстве влияет на потоки перемещений людей и грузов в городе, а также на возникновение и формирование новых структур в градостроительной системе. В качестве новизны в настоящем докладе предлагается использовать метод наведенного потенциала для описания механизма взаимосвязи между удовлетворением потребностей человека и ростом привлекательности некоторых градостроительных объектов. Данный метод применим также для количественной оценки синергетических эффектов, возникающих в градостроительной системе в результате повышения или понижения привлекательности некоторых объектов. Для количественного описания и моделирования изменения привлекательности объекта предлагается использовать понятие потенциала пространственно-временной организации территории P_{nom} и соответствующую математическую модель [1,2]. Понятие потенциала P_{nom} используется для фиксации определённого энергетического состояния системы. Изменение пространственных и временных характеристик состояния системы однозначно приведёт к изменению потенциала. Для удобства и универсальности P_{nom} следует измерять в денежных единицах. Понятие P_{nom} является многомерным и охватывает как частные случаи другие понятия на основе потенциала, а именно: понятие потенциала привлекательности, понятие эволюционного потенциала, понятие инфраструктурного потенциала и другие. Предложенный метод позволил получить новые математические модели для расчёта поля потенциала привлекательности градостроительных объектов и количественного описания синергетических эффектов, возникающих в динамических градостроительных системах с учётом взаимовлияния потенциалов градостроительных объектов, что необходимо для повышения адекватности планов развития городов.

Литература. 1. Гоблик А.В. Оптимізація просторової організації територій в зоні підвищених ризиків: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.20 “Містобудування і територіальне планування” / Гоблик Анна Вікторівна; Київський національний ун-т будівництва і архітектури. – Київ, 2006. – 20, [1] с., включ. обкл.: іл. – Бібліогр.: с. 17–18. **2.** Гоблик А.В. Моделювання нелінійних ефектів приросту потенціалу просторової організації території / А.В. Гоблик // Містобудування та територіальне планування. – 2010. – Вип. 37. – С. 122 – 127. – Бібліогр.: с.127.

Голинко И.М., Галицкая И.Е., Степаненко В.Ю.

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Анализ системы искусственного микроклимата как технологического комплекса с интегрированной системой управления

Система искусственного микроклимата (СИМ) является сложным объектом управления (ОУ), который принципиально не может функционировать в ручном режиме управления. Это обусловлено тем, что диапазон изменения входных данных, таких как отклонения регулируемых параметров, параметры внешней среды, нагрузки, является очень широким. Это приводит к тому, что регулируемые переменные описываются многомерной областью, а сам ОУ является сложным, распределенным и нелинейным.

Существующие подходы к автоматизации предполагают декомпозицию технологии кондиционирования на промежуточные участки с их последующей автоматизацией. При этом в системе управления не учитывается взаимное влияние оборудования. Литературный анализ [1–3] показал, что вопрос синтеза взаимосвязанных контуров управления для СИМ рассмотрен недостаточно. По этой причине авторами проведен анализ системы искусственного микроклимата как технологического комплекса с интегрированной системой управления. Такой подход позволяет учесть влияния внешних возмущений и технологические взаимосвязи оборудования в работе системы управления [4, 5].

Используя методы структурного анализа теории управления, получена параметрическая схема промышленного кондиционера с пароувлажнителем. С целью улучшения качества регулирования рекомендуется применять программно-параметрическую настройку регуляторов температуры и влажности кондиционера в зависимости от времени года.

Для этого проведен анализ структуры системы управления промышленного кондиционера по "оптимальному режиму" управления [4, 5]. Реализация этого метода – наиболее перспективное направление, т.к. позволяет избежать повторного нагревания воздуха и рационально использовать тепло рециркуляционного воздуха.

В полученной параметрической схеме синтезированы алгоритмические связи между пятью управляющими воздействиями (регулирование затрат энергоносителей четырех аппаратов: калориферы 1-го и 2-го подогрева, охладитель и паровой увлажнитель, а также регулирование соотношения воздуха рециркуляции), необходимыми для стабилизации двух параметров (температуры и влажности воздуха в помещении) при наличии возмущающих факторов (температуры и влажности воздуха окружающей среды, который проходит обработку на оборудовании кондиционера).

Таким образом, СИМ с пароувлажнителем следует классифицировать как двухмерную систему, которая изменяет свою структуру и параметры ОУ в соответствии с рабочей зоной кондиционера (зимний, переходный и летний периоды). Это позволяет однозначно и оптимально в энергосохраняющем смысле воздействовать на микроклимат.

Полученный результат развивает перспективное направление – разработка и исследование систем управления, которые реализуют энергосохраняющие алгоритмы управления на соответствующем оборудовании СИМ. Предложенная параметрическая схема может использоваться специалистами по автоматике при проектировании промышленного компьютерно-интегрированного технологического комплекса кондиционирования воздуха. Это позволит перевести систему управления кондиционера на качественно новый уровень и обеспечит эффективное использование энергоресурсов для системы искусственного микроклимата.

Литература. **1.** Бондарь Е. С. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст] / Е. С. Бондарь, А. С. Гордиенко, В. А. Михайлов, Г. В. Нимич. -К.: Видавничий будинок "Аванпост-Прим", 2005, -560с. **2.** Roger W. Haines Control Systems for Heating, Ventilating, and Air Conditioning [Text] / Roger W. Haines, Douglas C. Hittle. - New York: Springer Science+Business Media Inc., 2006, - 366p. **3.** Рымкевич А. А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст] / А. А. Рымкевич. –М.: Стройиздат, 1990 –300 с. **4.** Голинко И. М. Методы управления системами искусственного микроклимата [Текст]/ И. М. Голинко. –К.: ЭСТА, 2003, -339с. **5.** Голінко І. М. Аналіз системи керування для штучного мікроклімату за методом "точки роси" [Текст] / І. М. Голінко, В. Г. Трегуб // Східно-Європейский журнал передових технологій. –2011, № 2/10(50) –С. 53–55.

Голоднов К.А. *— рецензент Богданский Ю.В.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Построение интеграла Лебега на множестве функций, принимающих значения в банаховом пространстве с дополнительной структурой порядка

В механике используются весьма разнообразные математические методы и понятия: дифференциальные уравнения и фазовые потоки, гладкие отображения и многообразия, группы и алгебры Ли, симплектическая геометрия и эргодическая теория. Многие современные математические теории возникли из проблем механики и лишь впоследствие приняли тот аксиоматически-абстрактный вид, который так затрудняет их изучение [1]. Исследование интегрируемых систем восходит к классическим работам по аналитической механике Эйлера, Лагранжа, Якоби, Лиувилля и других великих математиков. К концу XIX века все интересные примеры были в основном исчерпаны и интерес переместился на изучение качественного поведения сложных систем [2]. При исследовании моделей физических процессов возникает необходимость использовать аппарат векторного интегрирования. Интегрирование нелинейных отображений со значениями в бесконечномерных линейных пространствах проводится на основе схемы Бохнера или Гельфанда-Петтиса.

В данной работе, при дополнительном условии на пространство значений, предлагается построение аппарата векторного интегрирования на основе принципиально иной конструкции, представляющей собой аналог классической схемы Даниеля. В качестве банахового пространства с дополнительной структурой порядка выбрано пространство $L_p(S,\Lambda,\mu)$, где (S,Λ,μ) - пространство с конечной мерой. Структура порядка выбрана стандартная для функций пространства L_p.

Построение начинается с заданного непустого абстрактного множества T и некоторого начального множества элементарных функций H, которые действуют из T в L_p. Каждой функции $h \in H$ сопоставлена функция $I(h) \in L_p$, которая называется элементарным интегралом от h.

Пусть пара (H, I) удовлетворяет следующим аксиомам:

1. Если α, β - ограниченные и измеримые на (S,Λ,μ) функции, то $\forall f, g \in H : \alpha f + \beta g \in H$, при этом H также содержит единичную функцию из L_p.
2. $\forall f, g \in H : \max(f, g), \min(f, g) \in H$.
3. Если α, β - ограниченные и измеримые на (S,Λ,μ) функции, то $\forall f, g \in H : I(\alpha f + \beta g) = \alpha I(f) + \beta I(g)$.
4. $(\forall t \in T : f(t) \geqslant 0) \Rightarrow (I(f) \geqslant 0)$ (аксиома неотрицательности интеграла).
5. $(\forall t \in T : f_n(t) \searrow 0 \pmod{\mu}) \Rightarrow (I(f_n) \xrightarrow{\text{weakly}} 0)$ (аксиома слабой непрерывности интеграла).

При таком наборе аксиом для пары (H, I) оказывается возможным построение интеграла по схеме Даниеля для функций, которые принимают значения в банаховом пространстве с дополнительной структурой порядка.

Литература. **1.** Арнольд В.И. Математические методы классической механики. Изд. 3-е. М.: Наука, 1989. С. 9. **2.** Рейман А.Г., Семенов-Тян-Шанский М.А. Интегрируемые системы. Теоретико-групповой подход. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. С. 11.

Голышев Л.К.

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Природа источника информации в задачах, связанных с познавательной деятельностью

Понятие «Информация», широко используемое в современной науке, в основном базируется на интуитивных представлениях, сложившихся у философов, а также в ряде отраслевых наук. В докладе рассматривается подход к определению понятия «Информация» (И.) как категории в междисциплинарной методологии «Системный подход» («Системный анализ»). На примере рассмотрения задачи исследования объекта (Ob) реального мира (Re) исследователем – субъектом Sub формируется рад базовых положений, устанавливающих критериальные требования (6) к И. (***Kr_ И***):

Кр_И_1. Отображать целостный Обр_Ob в формализованном виде (Форм_Обр_Ob);

Кр_И_2. Существовать в форме записи (статического «отпечатка») в памяти Sub (Зап_Форм_Обр_Ob), или доступной со стороны Sub инструменатальной памяти (например, памяти компьютера);

Кр_И_3. Независимостью от Ob, т.е. отсутствием связи между Зап_Форм_Обр_Ob и Ob (соотстветственно, с Чувс_Обр_Ob);

Кр_И_4. Независимостью от Sub, т.е. отсутствием связи между Зап_Форм_Обр_Ob и системой органов чувств Sub;

Кр_И_5. Неограниченного копирования За_Форм_Обр_Ob без искажения (разрушения) оригинала и способности его передачи в виде сообщения по сети социальной коммуникации (СС_Км);

Кр_И_6. Адекватной интерпретируемостью Форм_Обр_Ob другими Sub, являющимися пользователями сети знаний (Sub_Полз_Зн). Св_И_3 и Св_И_4.

Далее в докладе исследуется процесс поэтапного получения формализованного образа Ob в сознании Sub как системного знания (Zn), удовлетворяющего Kr_И. Выдвинуты и обоснованы следующие положения относительно И.:

Пл_1.Об источнике И. Таким источником является ***не сам объект***, а его ***Образ (Обр_ Ob)***, ***воспринятый*** и ***зафиксированный*** в некоторый момент времени (мгновенье) t ***в сознании Sub*** как чувствительный образ Чувс_Обр_Ob(t).

Пл_2. Сам Ob выступает только как ***вероятный праобраз*** Обр_Ob (***Пр_ Обр_ Ob***).

Пл_3. Процесс восприятия Ob ***Проц_ Воспр_ Ob*** рассматривается как классическая когнитологическая задача взаимодействия Sub $\Leftrightarrow$ Ob.

Пл_4. В качестве инструмента познания (***Инстр_ Позн***) выступают определенные системы биологического организма Sub, дополненные комплексом инструментальных средств (Sub/Instr) и образующие единый комплекс SubI.

Пл_5. Обр_Ob(t) формируется в сознании Sub поэтапно в процессе восприятия (***Воспр***). Конечным результатом Воспр является целостное отражение в процессе мыслительного (психического) процесса в высшей нервной системе (ВНС) предметов, ситуаций и событий, возникающее при непосредственном воздействии физических раздражителей на рецепторные поверхности органов чувств в виде рецепторного поля (РПл) с элементами Эл_РПлr, образующими фрагменты подполя по видам модельности органов чувств.

Пл_6. На основе установленных наукой фактов (далее – ***НУФ***) сформулирована концепция процесса **Воспр объекта** Ob (***Проц_ Воспр_ Ob***) в форме постулатов.

2. **Проц_Воспр_Ob** рассматривается как взаимодействие Sub $\Leftrightarrow$ Ob, сводящееся к последовательности физиологических (интраклеточных, интерклеточных) и мыслительных подпроцессов (ППМ) в элементах структуры НС (НУФ). Каждый такой подпроцесс $ППМ_j$ инициируется некоторым событием (U_j), порождающим динамику изменений состояний $S_j(t)$ в системах организма Sub и завершается для всякого $ППМ_i$ некоторым фиксируемым результатом Rez_i. Проц_Воспр_Ob, а также $ППМ_i$ представимы в форме концептуальных моделей, процедурный состав которых отображает фазы преобразования системы стимулов (раздражителей), действующих на чувствительные рецепторы периферической нервной системы от начальной до конечной фазы, формирующей в центральной НС Чувс_Обр_Ob(t).

3. $ППМ_0$ – первичная экстеросепция, в процессе которой образуется сенсорный (перцептивный) образ объекта – образ ощущений Обр_Ощч$_0$(t), являющийся ***результатом рецепции***

энергии раздражителей, вещества или изменений поля на входах чувствительных рецепторов системы анализаторов ЦНС. Характер процесса – в основном электрохимический, описываемый моделью Ходжкина-Хаксли; Rez_0 – генерирование (при превышении порога чувствительности) сигнала (потенциала возбуждения) и его передачи через аксон в ядро нервоной клетки и далее через дендридный отросток и среду спинальных ганглий спинного мозга с помощью синапса на вставной нейрон, являющийся входом сенсорного регистра (Рег_Сен) памяти (Р.Аткинсон, Р.Шиффрин). Состояние входов Рег_Сен может быть отождествлено с *протоинформацией 0-уровня* (Прото_$\mathrm{И}_0$), т.к. она процессом не удовлоряет ни одному из Kr_И.

4. $\mathrm{ППМ}_1$ – формирование Обр_$\mathrm{Ощч}_1(t)$ в Рег_Сен. Полагаем, что:

Рег_Сен состоит из элементов памяти (ЭП_r) нейронного типа, обеспечивающих: 1) адекватное отображение возбужденных Эл_$\mathrm{РПл}_r$ $rightarrow$ $\mathrm{ЭП}_r$; 2) «сжатие» Обр_$\mathrm{Ощч}_0$ за удаления счет селективности восприятия (невосприятия, фильтрации) невозбужденных элементов РПл; – формирования $\mathrm{Ощч}_1$; 3) «удержание» сигнала (пакета сигналов) на время задержки Δt_1, феномен которого полагаем образом ощущений Обр_$\mathrm{Ощч}_1(t)$ Sub.

Ввиду кратковременности Δt_1 и самопроизвольного «угасания», Обр_$\mathrm{Ощч}_1$ непосредственно не фиксируется в структурах оперативной или долговременной памяти Sub, доступных мыслительным процессам в ЦНС и не удовлетворяет Kr_И. По указанной причине Обр_$\mathrm{Ощч}_1$ может рассматриваться как протоинформация 1-уровня (Прото_$\mathrm{И}_1$).

$\mathrm{ППМ}_2$ — формирование фрагмента Обр_$\mathrm{Ощч}_2(t)$ в кратковременной Пм_Кр (время хранения до 30 с. в модально–специфической форме); которая полагается фрагментированной на сектора, соответствующие модальности органов чувст. При этом мыслительный аппарат индивида (Sub) имеет прямой доступ к содержимому Рег_Сен, доступ к зонам хранения в долговременной памяти Пм_Дгв) некоторых унаследованных на генетическом уровне или приобретенных в процессе обучения «примитивов» (перцептивных знаков) – связей между стимулами и реакциями (рефлексы, навыки). Содержанием операций ППМ2 являются сложные преобразования Обр_$\mathrm{Ощч}_1(t)$: выделение значимых компонентов и их ранжирование; их замена установление установлению ассоциативных связей между элементами и перцептивными знаками; минимизация (сжатие) Обр_$\mathrm{Ощч1}_s$ (s – модальность) за счет подстановок символов знаков вместо фрагментов – т.е. первичное кодирование Обр_Ощч для каждой отдельной модальности. Указанные операции связаны с психическими операциями, протекающими в структурах ЦНС голоного мозга и центрами анализаторов. Результатом операции является запись фрагментов Обр_$\mathrm{Ощч}_2(t)$ в Пм_Дгв в сектор пофрагментной оперативной памяти, который рассматривается как часть структуры Пм_Дгв (Прото_$\mathrm{И}_2$).

5. $\mathrm{ППМ}_3$ – синтез структурно-целостного интегрального Обр_$\mathrm{Ощч}_{3и}(t)$. Последовательность операций комбинирования и синхронного сопоставления Обр_$\mathrm{Ощч}_{3i}(t)$ в единый образ. О содержании $\mathrm{ППМ}_2$ и $\mathrm{ППМ}_3$ имеется целый ряд гипотез (Теория иероглифов Г. Гельмгольца, Нативистическая теория восприятия Э. Геринга, Теория перцептивных гипотез Дж.С.Брунера и др.). Продуктом подоперации может быть указан Прото_$\mathrm{И}_3$, также, как Прото_$\mathrm{И}_2$, не удовлетворяющий Kr_И.

6. $\mathrm{ППМ}_4$ – преобразование Обр_$\mathrm{Ощч}_{3и}(t)$ в формализованное модельное представление знаний об Обр_$\mathrm{Ощч}_{3и}(t)$ в форме ***гиперверта*** Zn_Обр_$\mathrm{Ощч}_{3и}(t)$ и его фиксация в Пм_Дгв в форме дискретного временного отсчёта Отсч_Zn_ $\mathrm{Ob}(t)$. Введенный термин «гиперверт» используется для описания модели Zn в форме лингвистической конструкции, подобной гипертексту, содержащий понятийную структуру, семантический аппарат, правила интерпретации всеми Sub группы аккредитованных исследователей и ссылочный механизм на любые объекты: тексты, графические и видео иллюстрации, виртуальную реальность и т.п., относящиеся к нему. Только продукт, полученный на этом этапе, может быть признанным И., т.к. он в полной мере удовлетворяет Kr_И для описания статического состояния $S(t)$.

7. Для отображения динамики между $S(t_1)$ и $S(t_2)$ необходимо запустить последовательность $\mathrm{ППМ}_1 \rightarrow \mathrm{ППМ}_2 \rightarrow \mathrm{ППМ}_3 \rightarrow \mathrm{ППМ}_4$ через Δt_2, определяемым заданным шагом квантования по времени условиями релаксации РПл и требованиям восстановимости непрерывного процесса $S(t)$ по дискретам (теорема отсчётов Уиттакера – Найквиста – Котельникова – Шеннона (теорем УНКШ).

Литература. **1.** Atkinson R.C., Shiffrin R.M. (1971). The control of short-term memory. Scientific American, 225, 82–90. **2.** Геринг Э., Гельмгольц Г. Сочинения. Вып. 1–5, СПб., 1895-–97.

Горбань Н.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Регулярність всіх слабких розв'язків та їх атракторів для рівняння реакції-дифузії з багатозначною функцією взаємодії в необмеженій області

Досліджується динаміка розв'язків автономного рівняння реакції-дифузії з багатозначною функцією взаємодії в необмеженій області за умов, що не гарантують єдиності розв'язку відповідної задачі Коші. Нехай $N \geqslant 1$, $\underline{f}$, $\overline{f} : \mathbb{R}^{N+1} \to \mathbb{R}$ – деякі дійсні функції. Розглядається автономне включення вигляду:

$$u_t - \triangle u + [\underline{f}(x,u), \overline{f}(x,u)] \ni 0 \text{ в } \mathbb{R}^N \times (\tau, T), \quad (-\infty < \tau < T < +\infty),$$

з початковою умовою

$$u(\tau) = u_\tau \in L^2(\mathbb{R}^N),$$

де u – невідома функція, $u_t = \partial u/\partial t$. Умови на параметри задачі:

(α_1) для майже всіх $x \in \mathbb{R}^N$ $\underline{f}(x,\cdot)$ – напівнеперервна знизу вимірна функція; $\overline{f}(x,\cdot)$ напівнеперервна зверху вимірна функція;

(α_2) існують $C_1 \in L^1(\mathbb{R}^N)$ та $\alpha > 0$ такі, що для майже всіх $x \in \mathbb{R}^N$, $\forall u \in \mathbb{R}$

$$\overline{f}(x,u)u \geqslant \alpha|u|^2 - C_1(x), \ u \leqslant 0;$$
$$\underline{f}(x,u)u \geqslant \alpha|u|^2 - C_1(x), \ u \geqslant 0;$$

(α_3) існують такі $C_2 \in L^1(\mathbb{R}^N)$, $C_2 \geqslant 0$, та $\beta > 0$, що для майже всіх $x \in \mathbb{R}^N$, $\forall u \in \mathbb{R}$

$$|\overline{f}(x,u)|^2 \leqslant C_2(x) + \beta|u|^2,$$
$$|\underline{f}(x,u)|^2 \leqslant C_2(x) + \beta|u|^2,$$
$$\underline{f}(x,u) \leqslant \overline{f}(x,u).$$

Показано, що за виконання поставлених умов існує принаймні один слабкий розв'язок досліджуваної задачі, встановлено властивість регулярності для всіх слабких розв'язків включення. За допомогою абстрактної теорії глобальних та траєкторних атракторів доведено існування глобального та траєкторного атракторів для багатозначного напівпотоку, породженого всіма слабкими розв'язками поставленої задачі в природному фазовому просторі, встановлена їх регулярність. Отримані результати застосовано до дослідження конкретних фізичних моделей, а саме, моделей горіння в пористому середовищі, моделі провідності електричних імпульсів в нервові закінчення, кліматологічних моделей.

Доповідь за результатами спільної роботи з П.О. Касьяновим.

Література. **1.** Горбань Н.В. Довгострокові прогнози функцій стану квазілінійних гіперболічних систем в $\mathbb{R}^N$ // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2011. – №4. – С. 107–120. **2.** Станжицький О.М., Горбань Н.В. Глобальний атрактор для автономного хвильового рівняння в $\mathbb{R}^n$ з неперервною нелінійністю // Український математичний журнал. – 2008. – Т. 60, №2. – С. 260–267. **3.** Stanzhitsky A.M., Gorban N.V. On the dynamics of solutions for autonomous reaction-diffusion equation in $\mathbb{R}^N$ with multivalued nonlinearity // Ukrainian Mathematical Bulletin. – 2009. – Т. 6, №2. – С. 235–251. **4.** Zgurovsky, M.Z., Mel'nik, V.S., Kasyanov, P.O.: Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing I. Springer, Berlin (2010) **5.** Zgurovsky, MZ, Mel'nik VS, Kasyanov PO: Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing II. Springer, Berlin (2010) **6.** Zgurovsky, M.Z., Kasyanov, P.O., Kapustyan, O.V., Valero, J., Zadoianchuk, N.V.: Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing III. Springer, Berlin (2012)

Дане дослідження підтримане грантом Президента України GP/f44/076.

Горват О.В., Жданова О.Г.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФІОТ, Київ, Україна

Складання розкладу виконання робіт з загальним директивним терміном в системі з декількома машинами різної продуктивності

Розглянемо задачу, у якій необхідно визначити послідовність виконання n робіт на m машинах різної продуктивності. Директивний термін виконання однаковий для всіх робіт і дорівнює d. Мета — побудувати розклад, при якому досягає мінімуму сумарне запізнювання робіт.

Результати вирішення цієї задачі можуть широко застосовуватись на практиці, оскільки дозволяють оперативно оптимізувати календарні плани. Отримані результати можуть бути корисними при визначенні оптимальної черговості обробки виробів на верстатах (робочих місцях), розробці плану виконання бізнес-проекту і т.п.

Задача, що розглядається, є NP – важкою. Вона об'єднує в собі елементи двох задач: задачі мінімізації середнього часу проходження робіт, що виконуються машинами з різними продуктивностями, які задані коефіцієнтами пропорційності [2] (далі – задача I); задачі мінімізації сумарного запізнювання робіт, що виконуються машинами однакової продуктивності і які мають загальний директивний термін [1] (далі – задача II). Розглянемо підходи до розв'язання вищевказаних задач.

Задача I. Маємо систему з n робіт та m машин різної продуктивності. При цьому можна впорядкувати машини по швидкості виконання роботи і цей порядок однаковий для всіх робіт: для кожної машини j існує коефіцієнт h_j такий, що тривалість роботи i на машині j дорівнює $h_j t_i$. Введемо позначення: $j[i]$ – робота, яка виконується в i-ту чергу на машині з номером j, а n_j – кількість робіт, які виконуються на машині j. Тоді середня тривалість проходження всіх робіт складе:

$$\overline{F} = \frac{\sum_{j=1}^{m} h_j \sum_{k=1}^{n_j} (n_j - k + 1) t_{j[k]}}{n}. \tag{1}$$

Чисельник приведеного виразу є сумою n доданків, кожен із яких представляє собою добуток тривалості роботи та одного з наступних коефіцієнтів:

$$h_1 n_1, h_1(n_1 - 1), ..., 2h_1, h_1, ..., h_m n_m, h_m(n_m - 1), ..., 2h_m, h_m. \tag{2}$$

Оптимальний розклад буде складено послідовним вибором $t_{j[k]}$ при відповідних коефіцієнтах: робота з максимальною тривалістю повинна бути при мінімальному коефіцієнті.

Задача II. Введемо наступні позначення:

- $P_j(\sigma)$ – множина робіт, які в поточному розкладі виконуються на машині j і не запізнюються (закінчують виконуватись до директивного терміну);
- $S_j(\sigma)$ – множина робіт, які в поточному розкладі виконуються на машині j і частково запізнюються (починаються виконуватись до директивного терміну, а закінчуються після нього);
- $Q_j(\sigma)$ – множина робіт, які в поточному розкладі виконуються на машині j і повністю запізнюються (починають виконуватись після директивного терміну);
- $R_j(\sigma)$ – рзерв машини j, що визначається наступним чином: $R_j(\sigma) = d - \sum_{i \in P_j} t_i$;
- $\Delta_j(\sigma)$ – запізнювання, що визначається наступним чином: $\Delta_j(\sigma) = \max\{0, \sum_{i \in P_j \cup S_j} t_j - d\}$;
- $L_{\max}, L_{\min}$ – максимальне (мінімальне) число робіт, що запізнюються на машинах;
- $j = \overline{1,k}$ – машини, де кількість робіт, що запізнюються дорівнює $L_{\max}(L_{\max} - L_{\min} \leqslant 1)$.

Нехай:

$$\Delta_\Sigma(\sigma) = \sum_{j=1}^{k} \Delta_j; R_\Sigma(\sigma) = \sum_{j=k+1}^{m} R_j; \Omega_\Sigma(\sigma) = \min\{\Delta_\Sigma(\sigma), R_\Sigma(\sigma)\}. \tag{3}$$

Якщо у розкладі $\sigma \in \Psi_P : \Omega_\Sigma(\sigma) = \min\{\Delta_\Sigma(\sigma), R_\Sigma(\sigma)\} = 0$, то розклад σ – оптимальний. Виходячи з цього, необхідно мінімізувати величину $\Omega_\Sigma(\sigma)$.

Задача III. Застосуємо ідеї алгоритмів I та II для нашої задачі III.

Визначимо запізнення (випередження) роботи, що виконується в k-у чергу на машині j:

$$Z_{j[k]} = \max\{h_j \sum_{i=1}^{k} t_{j[i]} - d, 0\}; E_{j[k]} = \max\{d - h_j \sum_{i=1}^{k} t_{j[i]}, 0\}. \quad (4)$$

Введемо позначення для машини з номером j:

- $\Delta Z_j^-(1), \Delta Z_j^+(1)$ – зменшення (збільшення) сумарного запізнювання за умови, коли з множини P_j вилучено (введено) "гіпотетичну" роботу одиничної початкової довжини;
- n_j^S – кількість робіт, що належать множині S_J;
- n_j^Q – кількість робіт, що належать множині Q_j.

Очевидно, що:

$$\Delta Z_j^-(1) = \min\{\Delta_j, h_j\} + n_j^Q h_j; \quad (5)$$

$$\Delta Z_j^+(1) = \max\{0, h_j - R_j\} + (n_j^S + n_j^Q)h_j. \quad (6)$$

Перестановка роботи A (виконується на машині v) з роботою B (виконується на машині r) буде вигідною, коли $t_A > t_B$ і $\Delta Z_v^-(1) > \Delta Z_r^+(1)$.

Оскільки, бажано, щоб виграш від перестановки був максимальним, то отримуємо наступну умову:

$$A \in P_v, B \in P_r, \Delta Z_v^-(1) - Z_r^+(1) \to \max, (v, r) \in M, \quad (7)$$

$$M = \{(v, r) | \exists w_1 \in P_v, w_2 \in P_r : t(w_1) - t(w_2) = 1\}. \quad (8)$$

Але потрібно зауважити, що умова (7)–(8) – це необхідна умова можливості покращення розкладу, але її недостатньо, оскільки вона описує ідеальну ситуацію, коли на машині-донорі є одинична робота або є такі роботи (на машині донорі) та (на машині реципієнті), що $t_A - t_B = 1$.

У загальному випадку зменшення (збільшення) сумарного запізнювання за умови, коли з множини P_j вилучено (введено) роботу з початковою довжиною δ, або виконана заміна деякої роботи з множини P_j на таку, що різниця початкових тривалостей виконання цих робіт дорівнює δ, можна визначити наступними формулами:

$$\Delta Z_j^-(\delta) = \sum_{i \in Q_j \cup S_j} \min\{Z_{j[i]}, h_j\delta\}; \quad (9)$$

$$\Delta Z_j^+(\delta) = \sum_{i \in P} \max\{0, h_j\delta - E_{j[i]}\} + (n_j^S + n_j^Q)h_j\delta. \quad (10)$$

Потрібно зауважити, що не знаючи конкретного значення δ, неможливо сказати не тільки, наскільки ефективною буде перестановка, а чи буде вона ефективною взагалі. Тому для кожної з двох вибраних для перестановки робіт, необхідно розглядати значення функції $\Delta Z_r^+(\delta) - \Delta Z_v^-(\delta)$ для усіх значень δ, які можливі у такій перестановці.

Загальна схема розробленого алгоритму:

1. Побудувати початковий розклад за допомогою алгоритму [2], що мінімізує середню тривалість проходження всіх робіт у розкладі.
2. Знайти такі роботи r та v, для яких $\Delta Z_r^+(\delta) - \Delta Z_v^-(\delta) \to \min$.
3. Якщо $\Delta Z_r^+(\delta) - \Delta Z_v^-(\delta) \geqslant 0$, то закінчити виконання алгоритму (локальний оптимум вже досягнуто), у противному випадку виконати перестановку робіт r та v і перейти до кроку 2.

Література. 1. Основи системного аналізу та проектування АСУ: Учб. посібник / О.А. Павлов, С.М. Гриша, В.М. Томашевський та ін.; Під заг. ред. О.А. Павлова. – К.: Вища школа; 1991. – 367 с.: іл. ISBN 5-11-002093-0. **2.** Конвей Р.В., Максвелл В.Л., Міллер Л.В. Теория розкладів.– М., Наука. – 1975.– 360 с.

Городецкий В.Г., Полищук В.Е., Осадчук Н.П.
Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Реконструкция некоторых хаотических систем по одной наблюдаемой переменной

В настоящее время актуальна задача реконструкции системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) по одной наблюдаемой переменной. Для решения этой задачи преимущественно используются численные методы. В то же время, для некоторых случаев данную задачу можно решить аналитически, с минимальным использованием вычислительных операций. В [1] рассматривалась реконструкция автономной системы ОДУ третьего порядка по одной наблюдаемой переменной.

В соответствии с [2] будем называть искомую систему ОДУ оригинальной системой (ОС), а систему ОДУ, полученную численным методом на основе наблюдаемой переменной ОС — стандартной системой (СС). В качестве ОС рассматривалась система

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3, \\ \dot{x}_2 = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2, \\ \dot{x}_3 = c_0 + c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_1 x_2 + c_5 x_1 x_3 + c_6 x_2 x_3, \end{cases} \tag{1}$$

где x_i — переменные; a_i, b_i, c_i — постоянные коэффициенты, причем только один из коэффициентов c_4, c_5, c_6 не равен нулю.

Утверждение 1. Если ОС имеет вид (1), и в качестве наблюдаемой переменной рассматривается x_2, то СС будет иметь вид

$$\begin{cases} \dot{y}_1 = y_2, \\ \dot{y}_2 = y_3, \\ \dot{y}_3 = A_0 + A_1 y_1 + A_2 y_2 + A_3 y_3 + A_4 y_1^2 + A_5 y_1 y_2 + A_6 y_1 y_3 + A_7 y_2^2 + A_8 y_2 y_3, \end{cases} \tag{2}$$

причем $y_1 \equiv x_2$, а коэффициенты A_i могут быть аналитически выражены через коэффициенты ОС a_i, b_i, c_i.

Утверждение 2. Если две различные ОС имеют одинаковое решение, рассматриваемое в качестве наблюдаемой переменной, то СС, реконструированные по этой наблюдаемой, будут одинаковыми для обеих ОС.

Если на основе временной последовательности, соответствующей одной наблюдаемой переменной, с помощью численных методов была реконструирована СС, то используя утверждение 2 можно сформировать семейство систем-кандидатов [3], которое будет включать искомую ОС. Для этого необходимо, используя соотношения между коэффициентами ОС и СС, варьировать коэффициенты ОС так, чтобы коэффициенты СС не изменялись. Тогда для всех ОС, полученных таким способом, наблюдаемые переменные будут совпадать. При этом возможно, что ОС будут отличаться только численными значениями коэффициентов [4], или будет отличаться структура (множество ненулевых коэффициентов в правой части). Во втором случае необходимо дополнительное исследование для выбора ОС.

В качестве примера была рассмотрена временная последовательность, сгенерированная системой

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a_2 x_2 + a_3 x_3, \\ \dot{x}_2 = b_1 x_1, \\ \dot{x}_3 = c_1 x_1 + c_3 x_3 + c_4 x_1 x_2, \end{cases} \tag{3}$$

где $a_2 = -25.4$, $a_3 = 1$, $b_1 = 1$, $c_1 = 15.4$, $c_3 = -10$, $c_4 = -143$. В качестве наблюдаемой была выбрана переменная x_2. Реконструкция СС выполнялась численным методом [5] и аналитически (с помощью соотношений между коэффициентами ОС и СС). Была получена

СС

$$\begin{cases} \dot{y}_1 = y_2, \\ \dot{y}_2 = y_3, \\ \dot{y}_3 = A_1 y_1 + A_2 y_2 + A_3 y_3 + A_5 y_1 y_2, \end{cases} \tag{4}$$

где $A_1 = -254$, $A_2 = -10$, $A_3 = -10$, $A_5 = -143$ по результатам аналитического метода. Результаты численного метода лишь незначительно отличаются от указанных значений. Исходя из того, что в (4) (в отличии от (2)) отсутствуют коэффициенты A_0, A_4, A_6, A_7, A_8, было установлено, какие из коэффициентов (1) присутствуют в ОС. Таким образом было сформировано множество из 17 систем-кандидатов (которое также включает (3)), каждой из которых соответствует СС (4). Системы-кандидаты содержат от 6 до 9 ненулевых коэффициентов в правых частях. Система с 9 ненулевыми коэффициентами имеет вид

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3, \\ \dot{x}_2 = b_0 + b_1 x_1, \\ \dot{x}_3 = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_1 x_2. \end{cases} \tag{5}$$

Остальные системы-кандидаты получены из (5) обнулением части коэффициентов. Во всех системах-кандидатах коэффициенты a_3, b_1, c_4 — ненулевые.

Для осуществления выбора ОС из множества систем-кандидатов необходимо знать, какие из коэффициентов a_i, b_i, c_i присутствуют в искомой ОС. Например, может быть известен физический смысл отдельных коэффициентов. Если дополнительная информация отсутствует, то необходимо изменить условия протекания исследуемого процесса (т.е. изменить коэффициенты ОС), и по изменению коэффициентов СС определить множество ненулевых коэффициентов ОС.

Таким образом, решение задачи реконструкции ОС по одной наблюдаемой переменной может быть выполнено в такой последовательности:

1. С помощью численных методов по одной наблюдаемой переменной ОС реконструировать СС.
2. Используя аналитические соотношения между коэффициентами ОС и СС получить семейство систем-кандидатов, которое будет включать ОС.
3. Используя дополнительную информацию об ОС, осуществить выбор ОС среди систем-кандидатов.
4. Если дополнительной информации не достаточно, провести дополнительное исследование (предполагается, что условия эксперимента позволяют влиять на исследуемый процесс).

Как можно видеть, предложенный способ включает только одну вычислительную операцию (пункт 1), которая при необходимости может использоваться несколько раз. Также предложенный способ может быть обобщен на случай систем, отличающихся от (1), и систем более высокого порядка при условии, что известны соотношения, связывающие коэффициенты ОС и СС.

Литература. **1.** V. Gorodetskyi, M. Osadchuk, Analytic reconstruction of some dynamical systems, Physics Letters A 377 (2013) 703–713. **2.** G. Gouesbet, Reconstruction of standard and inverse vector fields equivalent to the Rössler system, Phys. Rev. A 44 (1991) 6264–6280. **3.** L. Ljung, System identification: theory for the user, PTR Prentice Hall, Inc, New Jersey, 1987. **4.** C. Lainscsek, Nonuniqueness of global modeling and time scaling, Phys. Rev. E 84 (2011). **5.** G. Gouesbet, Reconstruction of the vector fields of continuous dynamical systems from numerical scalar time series, Phys. Rev. A 43 (1991) 5321—5331.

Горячая В.А., Угрюмова Е.М.

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт", Харьков, Украина

Усовершенствованный метод классификации состояний медико-биологических систем

Развитие дефектов в медико-биологических и технических системах – сложный динамический процесс. Эксперты предметной области не всегда могут прогнозировать, насколько быстро они будут развиваться. Не всегда удается прийти к единому мнению о том, что на какой стадии развития находятся дефекты и, как следствие, какие методы устранения дефектов применять. Точное прогнозирование и контроль динамического процесса работы систем помогают экспертам и/или пациентам (если рассматриваются медико-биологические системы) принимать решения, которые приводят к лучшим значениям критериев качества работы систем или выживаемости и качества жизни пациентов.

Данная работа направлена на поиск общих закономерностей развития дефектов на основе универсального подхода к решению проблемы, который может быть применен специалистами любой области, в задачах диагностирования как технических, так и медико-биологических систем.

В данной работе рассматривается медико-биологическая система, в состав которой входят элементы – объекты управления (прецеденты) и управляющий орган – лечащий врач. Начало и конец этапов жизненного цикла элементов определены как множество конечных состояний элементов. Результатом кластерного анализа является количество состояний, установленное экспертом в предметной области. Принимается в качестве рабочей гипотеза локального равновесия, согласно которой состояние элемента системы однозначно определяется фундаментальной системой его переменных состояния. Критическим на множестве конечных состояний является резистентное состояние, при котором, вследствие прогрессирующего развития дефектов функциональных частей, элемент теряет управляемость. Проблема заключается в том, что отсутствует структурированное разрешающее правило перехода для рассматриваемого элемента в резистентное состояние.

Целью исследования является анализ статистической зависимости между переменными, определяющими состояние пациентов; определение принадлежности пациента к определенному классу на основе данных регистрируемых переменных состояния.

В процессе исследования решались следующие научные задачи: построение диагностической модели с помощью обобщенного МНК; редукция размерности; агрегирование переменных состояния в комплексы, которые попарно были бы слабо коррелируемыми величинами (ортогонализация); классификация состояний элементов системы.

Постановка задачи построения диагностической модели. Задана векторная функция набором обучающих пар $\left(\vec{Y}^{(0)}, \vec{d}\right)_p$, $p = 1 \dots P$, где $\vec{Y}^{(0)}, \vec{d}$ – вектора входа, размерности H_0, и выхода, размерности H_{k+1}, соответственно. Необходимо аппроксимировать данную выборку. Результатом решения задачи должен являться некий математический механизм, в результате работы которого можно было бы получить любое значение векторной функции $Y_p^{(K+1)}\left(\vec{Y}^{(0)}\right)$, представленной данной обучающей выборкой, по заданному вектору входа, в диапазоне, ограниченном входными данными.

Постановка задачи классификации элементов динамических систем. Пусть $X = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ – множество переменных, описывающих состояние прецедента, L – множество номеров классов (сценариев). По значениям проекций вектора X прецедент относят к одному из возможных множеств R_i, где $i = 1, \dots, L$. Необходимо найти такой i-й сценарий, для которого максимальна условная вероятность появления X у прецедента при i-ом сценарии [1].

Разработана системная модель процесса диагностирования элементов медико-биологической системы. Проведены декомпозиция и анализ процесса диагностирования элементов динамических систем для формирования признаков и переменных, определяющих их состояние.

Описание входных данных. Сформированы 4 выборки с данными, описанные как переменные состояния. Количество переменных состояния – 24. Выделены следующие 4 группы состояния: 1) “0” – 50 человек; 2) “1” – 45 человек; 3) “2” – 52 человека; 4) “3” – 33 человека.

Результаты решения задачи аппроксимации. Получена модель диагностирования в форме уравнения линейной множественной регрессии $Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_p x_p + \epsilon$ на основе обобщенного метода наименьших квадратов. Получен множественный коэффициент корреляции 87%, что указывает на достаточно высокую корреляцию между оценками функции качества и значениями определяющих переменных состояния. Оценка информативности модели – ϕ_B^2, осуществляется с помощью найденных параметров функции регрессии, согласно критерию условной энтропии: $I(X;Y) = \frac{1}{2}\log_2\left(\frac{\sigma^2_{Y|X_i}}{\sigma^2_{X_i}}\right)$, где $\phi_B^2 = \frac{\gamma_i^2}{\sum_{i=1}^{I}\gamma_i^2}$, а $\gamma_i = B = \frac{\sigma^2_{Y|X_i}}{\sigma^2_{X_i}}$ - параметры функции регрессии. В результате редукции, размерность факторного пространства снижена с 24 до 16 переменных.

Результаты решения задачи классификации состояний. Полученные обучающие выборки информативны и различимы (рис. 1), что было проверено статистически разрешающим правилом – гипотезой о равенстве средних по Стьюденту. Классификация производилась в пространстве главных компонент, число которых равно 16 (табл. 1).

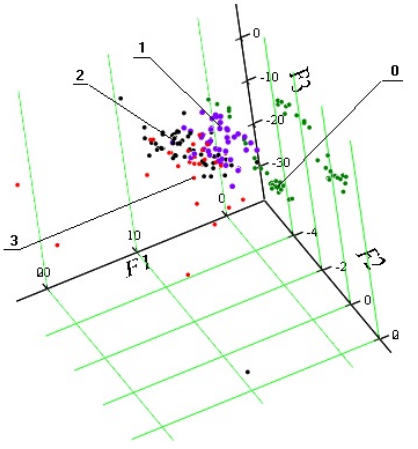


Рис. 1. Расположение прецедентов четырех обучающих выборок в одном из пространств переменных состояний относительно “0” базиса

Таблица 1. Результаты решения задачи классификации

Вероятность распознавания, %			
“0”	“1”	“2”	“3”
100	84,4	94,1	90,9

В результате проделанной работы – усовершенствован статистический метод классификации состояний элементов динамических систем, который, в отличии от существующих, содержит процедуры ортогонализации и редукции размерности факторного пространства переменных, что позволяет повысить достоверность распознавания состояний прецедентов.

Литература. 1. Афанасьевская В.Е. Методология решения задачи классификации технического состояния авиационного газотурбинного двигателя / В.Е. Афанасьевская, Е.М. Угрюмова, В.В. Нерубасский, Т.В. Гайденко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 3/10 (57). – С.40-43.

Гринченко М.А., Чернишова М.О., Чередніченко О.Ю.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна

Модифікація конкурсного механізму розподілу ресурсів проекту

В ході управління більшістю проектів неодноразово виникає ситуація нестачі ресурсів. Її причиною можуть бути форс-мажорні обставини, рідкісність ресурсу, затримка з боку постачальників, дефектність ресурсу або брак часу. При обмеженості ресурсів особа, що розподіляє ресурси - ОРР найчастіше постає перед питанням розподілу наявних у проекті ресурсів за потребами. Від відповіді на це питання часто залежить результат проекту, адже той чи інший розподіл може як покращити, так і значно погіршити стан проекту.

Одна з найбільш загальних класифікацій методів та механізмів розподілу ресурсів – за суб'єктами розподілу, за якою розрізняють методи, де розподіл відбувається за задачами проекту та ті, в яких розподіляють за виконавцями проекту. Перший підхід більш поширений на етапі планування проекту, в ньому застосовують такі методи та підходи: матриця розподілу ресурсів [1]; модифіковані методи динамічного програмування для визначення оптимального вектору розподілу ресурсів та математичне очікування сумарного ефекту в задачах розподілу ресурсів [2]; мережні моделі [3]; численні експертні методи тощо. Але такий підхід при розподілі в разі нестачі ресурсу має один недолік: не враховує особливості виконавців робіт, від яких залежить ефективність використання ресурсу. В цьому випадку краще використати другий підхід – розподіл за виконавцями. Для такого підходу поширені наступні методи та механізми: задачі лінійного програмування, зокрема транспортна задача [3]; методи експертного оцінювання; пріоритетні механізми (механізм прямих пріоритетів, механізм обернених пріоритетів та механізм абсолютних пріоритетів) [4]; конкурсний механізм [4] тощо.

Враховуючи переваги та недоліки вищеописаних методів для розробки програмного засобу розподілу ресурсів у проекті було вирішено використати конкурсний механізм. В ньому розподіл відбувається за ефективністю використання ресурсу виконавцями проекту – за об'єктивним показником, що відображає ситуацію у проекті на даний момент, крім того він забезпечує неманіпульованість розподілу завдяки наявності процедури нарахування штрафів. Але при цьому автори механізму [4] не визначили спосіб розрахунку ефективності, що є недоробкою даного механізму. Тому постає проблема, власне, її визначення, причому таким чином, щоб розподіл за ефективністю був справедливим та оптимальним.

Вхідні дані. Вхідними даними модифікованого механізму є список учасників конкурсу, наявна кількість ресурсу, що розподіляється, та активний файл системи підтримки прийняття рішень (СППР) проекту.

Модифікований механізм складається з таких шести кроків:

Крок 1. Збір заявок від кожного і-го учасника конкурсу ($i = \overline{1,n}$) про потрібні об'єми s_i ресурсу $\{s_1, ..., s_n\}$, а також прогнозований учасником конкурсу відсоток виконання роботи при видачі йому заявленої кількості ресурсу (програмний додаток переводитиме ці дані в значення освоєного об'єму) та прогнозована учасником конкурсу якість виконання робіт (у відсотках)

Крок 2. Визначення фактичних $\{\xi_{ф1}, ..., \xi_{фn}\}$ та заявлених $\{\xi_{з1}, ..., \xi_{зn}\}$ показників ефективності використання ресурсу учасниками конкурсу. Показник ефективності розраховуватиметься:

$$\xi_i = \frac{K_1 \text{ВВСТ}_i + K_2 \text{ВВВР}_i + K_3 Pr_i + K_4 WEQ_i}{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}, \quad (1)$$

де K_1, K_2, K_3, K_4 - коефіцієнти вагомості критеріїв показника ефективності з відповідним індексом, що виставляються ОРР; ВВСТ_i – відносне відхилення за строками виконання етапу, на який учасникові конкурсу виділяють ресурс; ВВВР_i – відносне відхилення за вартістю виконання етапу, на який учасникові конкурсу виділяють ресурс; WEQ_i - якість виконання робіт виконавцем (від 0% до 100%); Pr_i - пріоритет етапу (роботи), який реалізує учасник конкурсу (визначається ОРР згідно до ситуації у проекті). Фактичні показники ефективності

$\xi_{фi}$ для кожного учасника розраховуються за запланованими даними з файлу СППР проекту на момент розподілу, тобто виходячи з припущення, що всі виконавці отримали необхідну кількість ресурсу, що розподіляється. Заявлені показники ефективності $\xi_{фi}$ розраховуються за даними, введеними виконавцями.

Крок 3. Послідовне порівняння фактичних та заявлених показників ефективності для кожного виконавця. Якщо $\xi_{зi} > \xi_{фi}$, то встановлюється $\xi_{oi} = \xi_{фi}$ (ξ_{oi} – остаточне значення ефективності і-го виконавця) та вводиться штраф y_i:

$$y_i = \alpha(\xi_{зi}s_i - \xi_{фi}s_i), \alpha > 0, i = \overline{1,n}, \tag{2}$$

де α – кратність штрафу, ціле число, визначається менеджером проекту.

Якщо $\xi_{зi} \leqslant \xi_{фi}$ то $\xi_{oi} = \xi_{зi}$, і штраф не нараховується ($y_i = 0$).

Крок 4. Визначення набору учасників конкурсу з оптимальною спільною ефективністю використання даного ресурсу за допомогою наступної задачі цілочисельного програмування:

$$F(x_i)\sum_{i=1}^{n} C_i x_i \to \max, \sum_{i=1}^{n} A_{ij}x_i, \leqslant \ N_i, x_i \in \{0, ..., 1\}, i = \overline{1,n}. \tag{3}$$

Після знаходження оптимальної загальної ефективності подальший розподіл ресурсу здійснюватиметься між тими учасниками конкурсу $X_{opt} = \{x_{opt1}, \ldots, x_{optk}\}$, які цю оптимальну ефективність забезпечуватимуть.

Крок 5. Ранжування значень остаточних показників ефективності учасників конкурсу з оптимального набору в порядку спадання: $\xi_{o1} > \xi_{o2} > ... > \xi_{ok}$.

Крок 6. Розподіл всієї кількості ресурсу M між першими у ранжованому ряді учасниками конкурсу за формулою:

$$m_i = s_i - y_i, i = \overline{1,k}, \tag{4}$$

де m_i – це значення кількості ресурсу, яку одержав і-ий учасник конкурсу. Розподіл триває до тих пір, поки не вичерпається наявний ресурс.

Вихідні дані. Вихідними даними цього механізму будуть список учасників конкурсу $X_{opt} = \{x_{opt1}, ..., x_{optk}\}$, між якими буде розподілено ресурс, та розподіл ресурсу між учасниками конкурсу $M = \{m_1, ..., m_k\}$.

Серед основних причин, через які програмні засоби розподілу ресурсів у проекті майже не використовуються на практиці, є небажання встановити окремо програмний додаток тільки для розподілу ресурсів, а також тривалість та складність введення великої кількості даних для процесу розподілу ресурсу. Програмний додаток на базі модифікованого конкурсного механізму матиме вигляд програмного модуля, який буде взаємодіяти з СППР у проекті, в даному випадку – з MS Project, яка є найбільш розповсюдженою з подібних СППР (80 % на ринку середніх та персональних рішень). Він буде простим у використанні і не вимагатиме великої кількості місця на жорсткому диску та тривалого процесу встановлення. Крім того, важливою його перевагою є відсутність необхідності введення значних обсягів даних по проекту для розподілу ресурсів – всі ці дані програма одержуватиме з СППР у проекті.

Література. **1.** Ковалев С.А. Проекты совершенствования и развития деятельности предприятия - инициация и планирование - шаг за шагом [Электронный ресурс] / С.А. Ковалев. – Режим доступа: http://www.betec.ru/index.php?id=6&sid=18 – 17.01.2013 г. **2.** Докучаев А.В. Математическое моделирование распределения ресурсов в задаче сетевого планирования средствами стохастического динамического программирования [Текст]: автореф. дис. . . . канд.. физ.-мат. наук: 14.12.2011 / Докучаев Александр Владимирович; СамГТУ. – Самара, 2011. – 19 с. **3.** Задачи распределения ресурсов в управлении проектами [Текст] / П.С. Баркалов, И.В. Буркова, А.В. Глаголев, В.Н. Колпачев. – М.: ИПУ РАН, 2002. – 65 с. **4.** Бурков В.Н. Как управлять проектами [Текст]: научно-практическое издание / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. - М.: СИНТЕГ-ГЕО, 1997. - 188 с.

***Губарев В.Ф.*[1], *Дяденко О.Н.*[2]**
[1]*Институт космических исследований НАНУ-НКАУ, Киев, Украина;* [2]*Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина*

Метод управления состоянием линейной динамической системы на основе модели прогноза

В работе применяется концепция скользящего интервала к задаче оценивания и прогнозирования состояния линейной динамической системы по неточным и неполным данным. Полученная модель прогноза параметров состояния объекта применяется для построения стабилизирующего управления на основе метода Model Predictive Control (MPC).

MPC является широко используемым методом для решения задач управления многомерными системами при наличии большого количества ограничений. Характерной особенностью метода является минимизация критерия оптимальности эффективности управления относительно будущих значений состояния системы.[2]

При разработке и исследовании метода управления, использовалась модель линейной динамической системы в пространстве состояний:

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu + \xi, y = Cx + \eta, \tag{1}$$

где x – вектор состояния системы, u – вектор управляющих воздействий, y – вектор измерений, ξ – вектор возмущающих воздействий, η – помеха в измерениях, A, B и C - матрицы соответсвующих размерностей.

Основными этапами построения закона управления являются [1]:

i) выбор модели для прогнозирования параметров управления;

ii) построение критерия оптимальности управления;

iii) нахождения оптимального управления с помощью минимизации критерия ii), что обеспечивает желаемое поведение системы в будущем.

В алгоритме в явном виде используется модель динамики системы для предсказания влияния управляющих воздействий на ее траекторию. Управлящее воздействие находится путем минимизации будущей погрешности управления с учетом известных ограничений. Задача оптимизации решается на каждом шаге с появлением свежей информации о состоянии системы.

Концепция скользящего интервала. Алгоритм оценивания состояния объекта и его управления строится таким образом, чтобы по данным измерений со скользящего временного интервала $[t_k, ..., t_{k+N}]$ получить оптимальное управление в каждой точке временного отрезка $[t_{N+1}, ..., t_{k+N+N_u}]$, где N – длина скользящего интервала оценивания, N_u – длина интервала на котором применяется управление.

Прогнозирующая модель. Неотъемлемой частью построения управления процессом является механизм нахождения наилучшей модели прогноза ее динамики [6]. Описание динамики объекта в пространстве состояний является обоснованным, так как такая модель позволяет использовать методы оценивания состояния системы для их прогнозирования. Такая формулировка также позволяется исследовать работоспособность и устойчивость метода управления по средствам анализа устойчивости используемого оценивателя [3]. Используя интегральное уравнение Коши для решения дифференциальных уравнений, систему (1) можно привести к виду:

$$x\left(t_{k+i}\right) = e^{-A\left(t_{k+N} - t_{k+i}\right)} x\left(t_{k+N}\right) - \int_{t_{k+i}}^{t_{k+N}} \left(Bu\left(\theta\right) + \xi\right) d\theta \tag{2}$$

Подставляя уравнение (2) в уравнения измерений из (1) для каждого момента времени $y\left(t_{k+i}\right), i = 1, \ldots, N$, получим переопределенную систему уравнений. С помощью метода наименьших квадратов [5], переопределенная система сводится к СЛАР, решением которой

является состояние системы на правом конце скользящего интервала $x(t_{k+N})$. Робастность данного оценивателя зависит от свойств матрицы СЛАР, а точнее - от ее числа обусловленности: чем выше обусловленность, тем существеннее шумы в измерениях и возмущения будут влиять на точность решения. Подставляя в интегральное уравнение Коши значение $x(t_{k+N})$ в качестве начального значения состояния на интервале $[t_{k+N}, ..., t_{k+N+N_p}]$, где N_p – длина горизонта прогнозирования, мы получим прогноз состояния во внутренних точках этого интервала.

Критерий оптимизации управления. Задача данного этапа состоит в том, чтобы система под воздействием управляющего сигнала имела заранее определенную траекторию $\omega(t)$ и, в то же время, мощность управления $\Delta u(t) = u(t) - u(t-1)$ была ограничена [3]. Тогда критерий оптимальности управления принимает вид:

$$J(N, N_u, N_p) = \sum_{j=N}^{N_p} \delta(j) \left[\hat{x}(t_{k+j+1} \mid t_k) - \omega(t_{k+j+1})\right]^2 + \sum_{j=N}^{N+N_p} \lambda(j) \left[\Delta u(t_{k+j+1})\right]^2 \qquad (3)$$

,

где $\delta(j) \in [0,1]$ и $\omega(j) \in [0,1]$ весовые коэффициенты, $\hat{x}(t_{k+j+1} \mid t_k)$ - прогноз состояния системы.

Построение управления. Для нахождения управляющего воздействия, решается задача минимизации функционала $J(N, N_u, N_p)$ по переменной управления. Решением оптимизационной задачи является вектор управляющих воздействий $[\hat{u}(t_{k+N+1}), ..., \hat{u}(t_{k+N+N_u+1})]$ для каждого момента времени из горизонта управления $[t_{k+N+1}, ..., t_{k+N+N_u+1}]$. Первый элемент $\hat{u}(t_{k+N+1})$ этого вектора является управлением на отрезке $[t_{k+N+1}, t_{k+N+2}]$. Временной горизонт сдвигается на шаг вперед $k := k+1$ и алгоритм повторяется заново.

Стоит отметить, что для корректной работы алгоритма необходимо, чтобы длина горизонта прогнозирования превышала длину горизонта управления $N_p > N_u$. В общем случае,при минимизации функционала (3) можно было бы предположить что оба горизонта N_p и N_u являются бесконечными. Но исходя из того, что прогнозирование состояния системы и решения задачи оптимизации происходят в режиме реального времени, данная задача всегда формулируется при конечном значении длины горизонтов. Таким образом, чем короче интервал управления и прогнозирования, тем меньше вычислительных ресурсов затрачивается на решение задачи. С другой стороны, длина горизонта существенно влияет на устойчивость метода - при слишком малом значении, метод может стать неустойчивым.

Работоспособность и свойста метода исследованы с помощью компьютерного моделирования на примере оценивания состояния линеаризованной модели космического аппарата. Был проведен анализ точности и устойчивости метода оценивания управления в зависимости от длины скользящего интервала N и параметров бортового измерительного комплека космического аппарата.

Литература. **1.** Camacho, E.F. and Bordous, C. (2007). Model Predictive Control. Springer-Verlag, London. **2.** De Keyser, R. (1998). A Gentle Introduction to Model Based Predictive Conrol. In PADI2 International Conference on Control Engineering and Signal Processing. Piura, Peru. **3.** Kwon, W.H. and Han, S.(2005). Receding Horizon Control: Model Predictive Control for State Models. Springer-Verlag, London. **4.** Rawlings, J. B.(2000) Tutorial overview of model predictive control. IEEE Contr. Syst. Magazine, 20(3), p.38–52 **5.** Robertson, D.G., Lee, J.H. and Rawlings, J.B. (1996). A Moving Horizon-based Approach for Least-squares Estimation. AIChE Journal, 42(8), p.2209-2224 **6.** Tenny, M.J. and Rawlings, J.B. (2002). Efficient Moving Horizon Estimation and Nonlinear Model Predictive Control. In Proceedings of American Control Conference, p.4475-4480. Anchorage.

Гусарова Н.Ф., Иванов Р.В., Берницына В.А., Добренко Н.В., Артемова Г.О.
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия

Формирование критериального пространства для продвижения сервисов электронных торговых площадок

Федеральный закон Российской Федерации обязывает проводить открытые аукционы в электронной форме на аккредитованных электронных торговых площадках (ЭТП) [1]. Сегодня ЭТП являются эффективным решением для оптимизации процесса закупок и организации аукционов в электронной форме. Таким образом, имеется необходимость развития и усовершенствования механизмов и технологий ЭТП .

Анализ требований федерального законодательства и практик проведения тендеров компаниями позволил построить общий процесс проведения конкурсных закупок (Рис. 1).

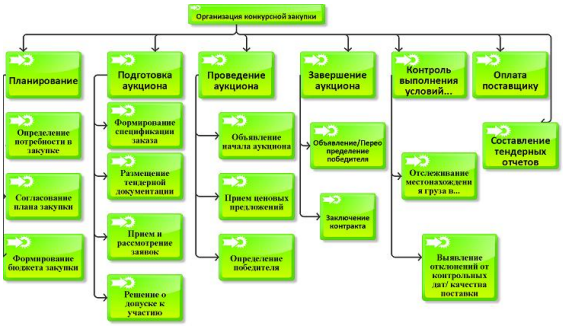


Рис. 1. Бизнес-процесс конкурсных закупок

Высокая конкуренция среди операторов ЭТП вызывает необходимость разрабатывать площадки, максимально соответствующие требованиям пользователей и обеспечивающие привлечение максимального количества участника торгов с помощью дополнительных сервисов. Анализ выполняемых функций пользователями ЭТП позволил построить группировку сервисов в соответствии с выделенными ролями на ЭТП (Рис. 2).

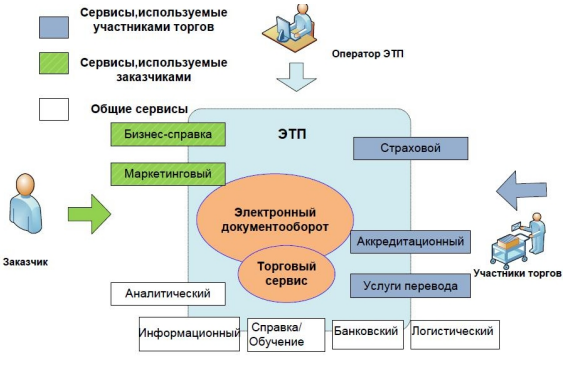


Рис. 2. Группировка сервисов ЭТП

В ходе исследования ЭТП, поддерживающих процессы проведения аукциона, были выделены основные и вспомогательные сервисы. Организация электронного документооборота и непосредственно сам торговый сервис, позволяющий следить за ходом аукциона и определять победителя торгов, являются основными сервисами ЭТП для проведения аукциона. Однако, крупные разработчики платформ для ЭТП предлагают дополнительный функционал, обеспечивая сопровождение практически всего процесса закупки. В качестве дополнительных сервисов, расширяющих базовые возможности ЭТП ,можно выделить такие сервисы, как:

страховой, банковский, маркетинговый, информационный, аккредитационный, логистический, аналитический, услуги перевода и получения бизнес-справок, обучения.

На современных ЭТП данные сервисы ещё слабо развиты и используются не в полном объеме. Учитывая это, необходимо определить ключевые направления для улучшения возможностей существующих сервисов и продвижения ЭТП в целом. Для этого необходимо формализовать наиболее значимые критерии, позволяющие максимально полно отразить ключевые характеристики сервисов. Изучение дополнительных сервисов позволило разработать следующие критерии сервисов: функциональная полнота(к1), модульность (к2),безопасность (к3),надежность (к4),юзабилити (k5), настраиваемость (к6),техническая поддержка (к7),актуальность контента (к8), совместимость сервиса с другими (к8),документированность (к10),территориальная ориентированность (к11), масштабность представителей внутри сервиса (к12).

В качестве примера для исследования взята ЭТП ОАО «Центр развития экономики» (B2B-Center) и получены экспертные оценки сервисов площадки по критериям.Размерность множества критериев и множества сервисов велика, кроме того критерии коррелированны между собой. Построение графиков зависимостей между критериями представляет собой $X = \frac{13(13-1)}{2} = 78$ возможных комбинаций,учесть взаимосвязь с помощью таких графиков сложно. В связи с этим в работе применен метод главных компонент (МГК), который позволяет учесть коррелированность критериев и ранжировать переменные в соответствии с их значимостью.

Согласно МГК вычислены матрицы счетов и нагрузок и построены соответствующие графики. Анализ графика счетов (Рис. 4) позволяет выделить 5 групп критериев (главных компонент PCn):

- PC1 (k2,k6) – «Модульность» и «Настраиваемость»;
- PC2 (k1,k9,k5,k13) – «Совместимость», «Функциональная полнота», «Юзабилити», «Быстродействие»;
- PC3 (k11, k3,k4,k8,k7) – «Надежность», «Безопасность», «Актуальность контента», «Техническая поддержка», «Территориальная ориентированность»;
- PC4(k12) – «Масштабность представителей внутри сервиса»;
- PC5 (k10) –«Документированность».

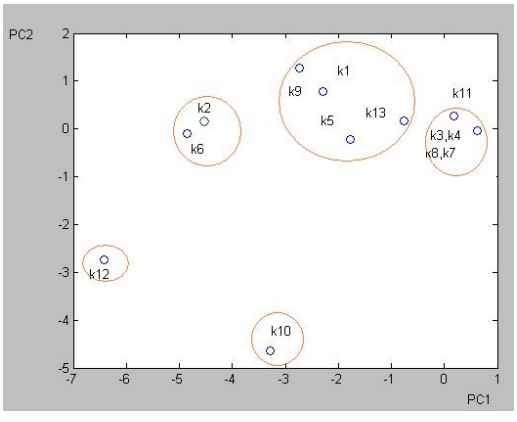


Рис. 3. График счетов

Сформированные группы определяют комплексные критерии, по которым целесообразно улучшать сервисы ЭТП. Главной особенностью является положительная коррелированность между критериями внутри группы. Следовательно, именно совместное использование факторов в группе наиболее сильно влияет на улучшение сервисов.

Литература. 1. Российская Федерация. Федеральный закон. О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных или муниципальных нужд. [принят Гос. Думой 8 июля 2005 г. : одобр. Советом Федерации 13 июля 2005 г.]

Данилов В.Я., Марчук П.П.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Розробка і дослідження нейромережевих методів ідентифіцації та псевдофазової реконструкції атракторів динамічних систем

Одним з важливих напрямків сучасної нелінійної динаміки є дослідження детермінованого або динамічного хаосу в нелінійних системах різної фізичної природи. Такі системи зустрічаються в гідродинаміці, екології, хімії, електроніці, медецині, економіці, соціальній сфері і інших науках, а їх траєкторії демонструють випадкову поведінку, яка не пов'язана з присутністю будь-яких зовнішніх випадкових сил або з статистичною невизначеністю систем з великим числом ступенів свободи. Динамічний хаос є внутрішньою властивістю нелінійних систем та обумовлений експоненціальною чутливістю фазових траєкторій до як завгодно слабкого збурювання початкових умов. Тому незначна неточність в визначенні початкового стану системи швидко збільшується, що приводить до незалежності начтупних станів системи від попередніх, через це малі збурення можуть привести до значних наслідків.

Предметом дослідження є методи виявлення порядку та хаосу за заданими однокоординатними вибірками та псевдофазова реконструкція початкових траєкторій нелінійних систем. Ідентифікація хаосу в заданих вибірках проводиться за допомогою оцінки старшого показника Ляпунова, спектра Ляпунова та фрактальної розмірності, а також застосування тесту Гілмора та R/S аналізу Херста [1, 2]. Псевдофазова реконструкція траєкторій системи реалізується основуючись на теоремі Такенса, виходячи з якої для проведення псевдофазової реконструкції необхідно визначити розмірність простору вкладень та часову затримку. Для знаходження цих величин використовуються методи кореляційної розмірності, хибних ближніх сусідів, знаходження автокореляційної функції або середнього віхилення [1].

В роботі розглянуті нейромережеві методи ідентифікації та реконструкції хаотичних процесів [3]. Представлена основана на нейронних мережах програмна реалізація методів оцінки старшого показника Ляпунова по однокоординатній вибірці та чисельного розрахунку спектра Ляпунова. Старший показник Ляпунова знаходится за рахунок застосування багатошарового персептрона для обчислення розходження двох близьких траєкторій, що дозволило зменшити необхідний об'єм початкових даних. На основі порівняння з класичним методом проведено аналіз ефективності застосування нейронних мереж. Знаходження спектра Ляпунова базується на застосуванні багатошарового персептрона для прогнозування наступного стану динамічної системи виходячи з попередніх станів, що дає можливість визначити показники Ляпунова на основі спостережуваних реалізацій хаотичного процеса.

Також в роботі проводиться програмне моделювання нейромережевої методики обробки та прогнозування хаотичних процесів [3], що проводиться за рахунок створення багатошарових мереж. Дана методика дозволяє відновлення атрактора по одній координаті виходячи з досить малої кількості початкових даних, що робить можливим знаходження більш точної часової затримки та ромірнсоті вкладень. Що, в свою чергу, дозволяє провести псевдофазову реконструкцію атрактора та більш точно визначити часові характеристики спостережуваного хаотичного процеса.

Література. **1.** Данилов В. Я., Зінченко А.Ю. Синергетичні методи аналізу: Навчальний посібник; – К.: ВПІ НТУУ "КПІ", 2011.-339с. **2.** Анищенко В.С. Знакомство с нелинейной динамикой: лекции соросовского профессора: Учеб. пособие; – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002. - 144с. **3.** Головко В.А. Научная сессия МИФИ-2005. Лекции по нейроинформатике; – М.МИФИ, 2005 – 214 с.

Денисенко А.И., Насальский В.В.
Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина

Моделирование загрязнения русла Днепра промышленными стоками

Проблема защиты окружающей среды весьма актуальна в связи с возросшим техногенным воздействием на природные объекты. Серьезную проблему для экосистем представляют неконтролируемые выбросы промышленных и бытовых стоков в русла рек. Сложная геометрия расчетных областей и многомерность математических моделей допускают только численное решение таких задач.

В работе рассматривается распространение в русле Днепра промышленных стоков от металлургических предприятий в районе Запорожья. Для моделирования динамики речного потока использовалась двумерная система дифференциальных уравнений в приближении Сен-Венана. Распространение загрязнений описывалось уравнением диффузии. Предполагалось, что загрязнения не влияют на динамические характеристики воды. Моделирование выполнялось с помощью программного комплекса COMSOL методом конечных элементов. Расчетная область включает русло Днепра в районе Запорожья ниже плотины и вокруг острова Хортица. На рис. 1 показан пример триангуляции расчетной области. На рис. 2 представлен результат расчета концентрации загрязнений в окрестности впадения промышленных стоков в русло Днепра.

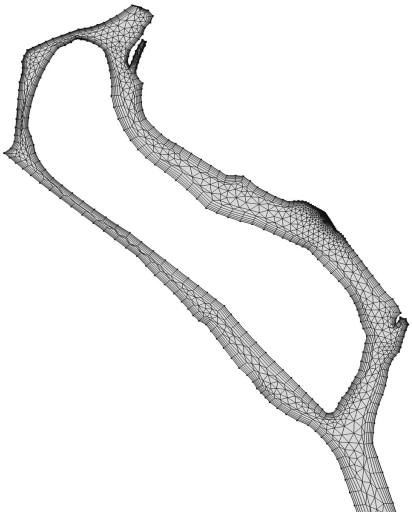


Рис. 1. Триангуляция расчетной области

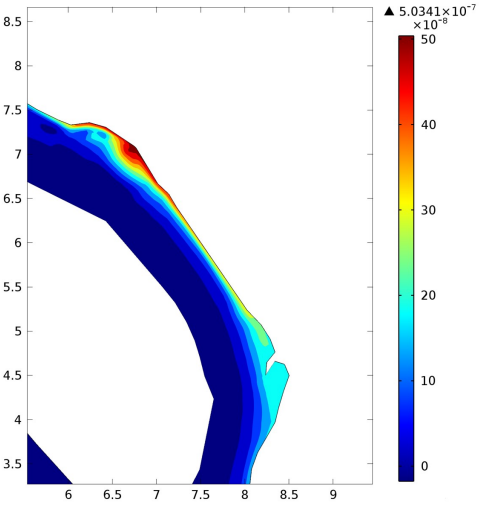


Рис. 2. Распределение концентрации загрязнений

В результате проведенных расчетов получены поля скоростей по руслу реки от плотины и вокруг острова Хортица. Получены распределения концентрации загрязнений в окрестности впадения сточных вод от металлургических предприятий в русло Днепра. Загрязнения локализуются вдоль левого берега, что обусловлено характером течения реки и геометрией береговой линии. Высокая концентрация загрязнений наблюдается также в затоках вдоль берега, где присутствуют застойные области. Характер течения и геометрия берега в месте поступления загрязнений формируют вихревое течение, способствующее забросу загрязнений вверх по течению. Поскольку загрязнения окрашивают воду в красно-коричневый цвет, то области с высокой концентрацией можно наблюдать на снимках из космоса, что хорошо согласуется с полученными расчетами.

Численные эксперименты позволили оценить уровни концентрации загрязнений в речном русле в зависимости от расходных характеристик сточных вод.

Дмитрук В.А.[1,2] ***Гончарук В.Є.***[1,2] ***Чернуха О.Ю.***[1]
[1] *Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки та математики ім. Я.С.Підстригача НАН України, Львів, Україна;* [2] *Національний університет «Львівська Політехніка», Львів, Україна*

Комп'ютерне моделювання процесів вологоперенесення в бетонних конструкціях

Неоднорідна структура матеріалів, з яких виготовлені будівельні конструкції, наприклад бетони, суттєво впливають на їхні міцнісні характеристики. Значні зміни в об'ємних деформаціях бетонних конструкцій можуть виникнути в результаті просочування і фільтрації води, дифузійних процесів переміщення вологи в бетоні і т.п. Для вирішення проблеми корозійної стійкості бетону можна досліджувати такі конвективно-дифузійні процеси, розглядаючи бетон як середовище багатофазної структури, зокрема як горизонтально-періодичну систему.

Бетони відносяться до капілярно-пористих тіл, що складаються із твердого скелету, розділеного тонкими капілярами швидкого переміщення водного розчину. Дослідження конвективно-дифузійних процесів у таких середовищах складної структури будується на оцінці розподілів концентрацій та відповідних потоків домішкової речовини в результаті масообміну між контактуючими підсистемами. Тому необхідно визначити просторові розподіли концентрації частинок вологи при їх міграції в бетоні. Для цього використовується розв'язок контактно-крайової задачі дифузії домішкової речовини у горизонтально-регулярних структурах з врахуванням конвективного перенесення в одній з фаз [1].

На основі отриманих розв'язків розроблено програмний комплекс для дослідження процесів конвективної дифузії у двофазних тілах періодичної структури, який застосовано для комп'ютерного дослідження процесу просочування і фільтрації вологи в дрібнодисперсному бетоні з метою встановлення необхідної щільності і однорідності його будови, щоб запобігти водній корозії конструкцій, виготовлених з цього матеріалу.

Структура бетону моделюється як шар товщини x_0, який складається з періодично розташованих прошарків двох типів (рис. 1), в яких дифундують частинки сполук вологи: прошарку капілярного розчину та шарів мінерального скелета. В області капілярного розчину такі частинки мають коефіцієнт дифузії значно більший, ніж у твердих фазах, а також переміщаються конвективно. Приймаємо, що область каналу рідкої фази з коефіцієнтом дифузії D_1 має ширину $2L$, а область твердої фази з коефіцієнтом дифузії D_2 – $2l$, крім цього в областях з коефіцієнтом дифузії D_1 масоперенесення відбувається і за конвективним механізмом зі швидкістю конвективного перенесення v, яка вважається відомою і сталою.

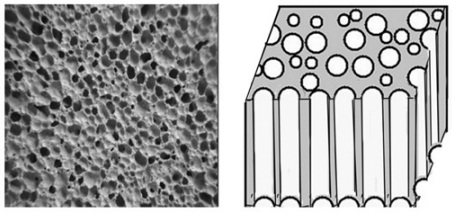


Рис. 1. Мікроструктура дрібнодисперсного бетону (а) та капілярно-пориста модель такої структури (б)

Числові розрахунки проводились у безрозмірних змінних за даними з паспортів на бетон та сертифікатів відповідності ДСТУ [2]. Відношення коефіцієнтів концентраційної залежності хімічного потенціалу в контактуючих областях $\eta_1/\eta_2 = 0.5$ визначалось за марками бетону з водонепроникності. Досліджувалась міграція водного розчину у шарі товщини $x_0 = 1.5 \cdot 10^{-2}, 1.6 \cdot 10^{-2}, 1.7 \cdot 10^{-2}$ м (рис. 2а) капілярами шириною $L = 0.05, 0.025$ мм (рис. 3-4) і для різних швидкостей конвективного перенесення (рис. 2б). Криві 1, 2 відповідають

значенням $\hat{v} = (kD_1)^{-1/2}v = 0.005, 0.5$ (рис.b).

Зазначимо, що дослідження впливу різних параметрів задачі на розподіли концентрації вологи у шарі бетону показало, що найсуттєвіші зміни у характер розподілу концентрації домішок у бетоні вносить розмір капілярів і швидкість конвективного перенесення частинок вологи. При забезпеченні звуження пор бетону спостерігається накопичення води у приповерхневих областях тіла, особливо в об'ємі твердої фази (рис. 4б), до 20 разів більших кількостях, ніж у зразках матеріалу з широкими капілярами (рис. 3). Також зазначимо, що із збільшенням швидкості конвективного перенесення у нижній області шару в тонких капілярах спостерігаємо локальний максимум функції концентрації водного розчину (рис. 4б). Причому чим більша товщина досліджуваного шару бетону, тим слабший потік вологи через поверхню контакту фаз (крива 3, рис. 2).

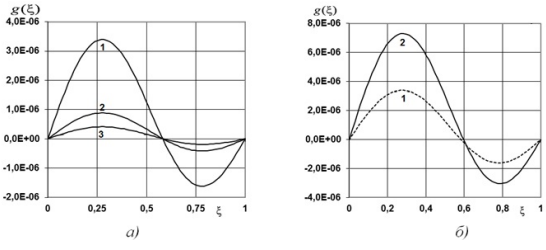


Рис. 2. Розподіли потоку частинок вологи між рідкою та твердою фазами структури бетону залежно від значень товщини шару ξ_0 (а) та від швидкості конвективного перенесення (б)

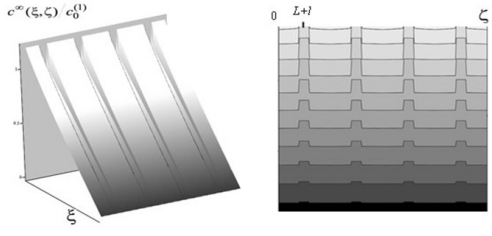


Рис. 3. Просторові розподіли функцій концентрації вологи у бетоні і рівні однакових концентрацій вологи для малих швидкостей конвективного перенесення

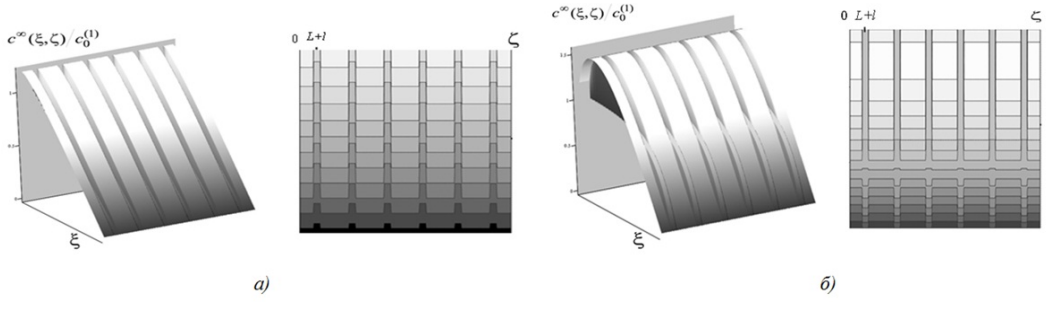


Рис. 4. Просторові розподіли функцій концентрації вологи і рівні однакових концентрацій для малих (а) та великих (б) швидкостей конвективного перенесення для вузьких капілярів

Література. **1.** Chaplya Y., Chernukha O., Dmytruk V., «Advective-diffusive mass transfer in binary regular structures in the steady-state regime», Applied Mathematical Modelling (2013), DOI: 10.1016/j.apm.2012.12.019. **2.** Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови. : ДСТУ – Б.В.2.7.- 85 - 99. – [Чинний від 2008-03-01]. – Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України [Електронний ресурс]: http://minregion.gov.ua/ – (Національний стандарт України).

Донченко В.С., Тарасова О.В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Псевдообернення у векторному та матричному МНК

Метод найменших квадратів в класичному варіанті – це спосіб «відновлення» числової функції $y = f(x, \theta), x \in X, \theta \in \Theta$ параметричного сімейства, коли вона представлена тим чи іншим набором своїх спостережень $x \in X, y \in R^1$. «Відновлена функція» $\hat{y} = \hat{f}$ будується через вибір слушного параметру $\hat{\theta} \in \Theta : \hat{y} = \hat{f}(x, \theta) = f(x, \hat{\theta})$. Значення параметру $\hat{\theta}$ і відновленої функції $\hat{y} = f(x, \hat{\theta})$ називатимемо оцінкою: відповідно, - параметру та функції.

У варіанті дискретного набору спостережень мова йде про набір спостережень (x_i, y_i) : $x_i \in X, y_i \in R^1, i = \overline{1,N}$ за скінчено вимірного параметричного сімейства $\Theta \subseteq R^p; \theta^T = (\theta_0, \theta_1, ..., \theta_{p-1})$ «Відновлення» може розумітися різним чином:

- як встановлення істинного значення функції, коли моделлю спостережень є `equation`:
$$y_i = f(x_i, \theta_0), i = \overline{1,N}, \theta_0 \in \Theta. \quad (1)$$
- як апроксимація спостережуваних значень $(x_i, y_i) : x_i \in X, y_i \in R^1, i = \overline{1,N}$ певною функцією параметричного сімейства: вибір певного параметру $\hat{\theta} \in \Theta$ так щоб функція $\hat{y} = f(x, \hat{\theta})$ «найкращим» чином відповідала спостереженням $(x_i, y_i), i = \overline{1,N}$

Два попередні варіанти можуть комбінуватися в моделі спостережень, яку можна позначити як модель спостережень із помилками:

$$y_i = f(x_i, \theta_0) + \epsilon_i, i = \overline{1,N}, \theta_0 \in \Theta, \quad (2)$$

де $\epsilon_i, i = \overline{1,N}$ тлумачаться як помилки спостережень.

Остання модель спостережень у варіанті, коли $\epsilon_i, i = \overline{1,N}$ є значеннями незалежних випадкових величин є предметом статистичної теорії, яка називається регресійним аналізом.

Задача «відновлення функції» за першої моделі спостережень, власне, зводиться до розв'язання в множині Θ системи рівнянь

$$y_i = f(x_i, \theta), i = \overline{1,N}. \quad (3)$$

тоді як у решті двох постановок потрібно задавати критерій наближення: як задачі апроксимації, так і в моделі спостережень із помилками. В методі найменших квадратів таким критерієм є критерій $\Im(\theta)$, який задається співвідношенням:

$$\Im(\theta) = \sum_{i=1}^{N} (y_i - f(x_i, \theta))^2 \quad (4)$$

а $\hat{\theta} \in \Theta$ визначається як розв'язок оптимізаційної задачі

$$\hat{\theta} \in \arg\min_{\theta \in \Theta} \Im(\theta) = \arg\min_{\theta \in \Theta} \sum_{i=1}^{1} (y_i - f(x_i, \theta))^2 \quad (5)$$

Нескладно переконатися, що значення $\theta_0 \in \Theta$ з першої моделі (система рівнянь (1)) спостережень належить множині розв'язків оптимізаційної задачі

$$\theta_0 \in \arg\min_{\theta \in \Theta} \Im(\theta) = \arg\min_{\theta \in \Theta} \sum_{i=1}^{1} (y_i - f(x_i, \theta))^2 \quad (6)$$

Отже, відновлення (оцінка) функції параметричного сімейства, коли вона представлена своїми спостереженнями, і у варіанті системи рівнянь і варіанті різни них варіантів апроксимації: статистичного чи із заданого параметричного сімейства, - зводиться до розв'язання оптимізаційної задачі (5).

Відновлення (оцінка) функції, представленої своїми спостереженнями $(x_i, y_i), i = \overline{1,N}$ через оцінку параметру $\hat{\theta} : \hat{f}(x, \theta) = f(x, \hat{\theta})$ за оцінкою $\hat{\theta}$, що є розв'язком оптимізаційної задачі $\hat{\theta}$: $\hat{\theta} \in \arg\min_{\theta \in \Theta} \Im(\theta)$ називають відновленням чи оцінюванням залежності за методом найменших квадратів (МНК) в класичному варіанті числових спостережень.

Широке використання МНК у розв'язанні задачі відновлення функції, представленої своїми спостереженнями, крім зазначеної вище автоматичного врахування встановлення параметру за системою рівнянь, - має іще одну привабливу властивість. Вона полягає у тому, що для варіанту лінійної залежності параметричного сімейства $y = f(x,\theta), x \in X, \theta \in \Theta$ від параметру: у варіанті, коли кожна з функцій $f(x,\theta)$ є лінійною комбінацій відомих функцій $f_j(x), j = \overline{1-p}-1$ від аргументу x з коефіцієнтами, що є компонентами вектору невідомих параметрів $\theta^T = (\theta_0, \theta_1, ..., \theta_{p-1}) : f(x,\theta) = \sum_{j=0}^{p-1} \theta_j f_j$.

Розв'язання оптимізаційної задачі (5) за додаткового технічного обмеження може бути виписане в явному формульному вигляді:

$$\hat{\theta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \tag{7}$$

де X - матриця плану: $X = (f_j(x_i)), i = \overline{1,N}, j = \overline{1,p-1}$, Y - вектор спостережуваних значень функції: $Y^T = (y_1, ...y_N)$

Технічне обмеження забезпечує однозначне розв'язання оптимізаційної задачі (5) через розв'язання системи рівнянь Гаусса - Маркова, яка представляє необхідні умови екстремуму функціоналу (4) методу найменших квадратів. Цією технічною вимогою є умова повного стовпчикового рангу матриці плану: ранг матриці плану співпадає з кількістю компонент невідомого параметру. МНК – фунціонал у цьому випадку має вигляд $A(\theta) = \|Y - X\theta\|^2$, а оптимізаційна задача з (5) набуває вигляду

$$\theta_0 \in \arg\min_{\theta\in\Theta} \Im(\theta) = \arg\min_{\theta\in\Theta} \|Y - X\theta\|^2 \tag{8}$$

Переважне використання оцінки з (7) та рівняння Гаусса – Маркова представляється досить обмежувальним у застосуванні МНК, оскільки застосування розвиненої техніки псевдо обернення за Муром – Пенроузом [1], дозволяє вичерпно описати всі розв'язки оптимізаційної задачі (8):

$\arg\min_{\theta\in\Theta} \|Y - X\theta\|^2 = X^+Y + (E_p - XX^+)R^p = \{\theta : \theta = X^+Y + (E_p - XX^+)\beta, \beta \in R^p\}$,

де X^+ - псевдо обернена за Муром – Пенроузом до матриці X.

За класичних умов, згаданих вище $X^+ = (X^T X)^{-1} X^T$, $XX^+ = E_p \Rightarrow E_p - XX^+ = 0$

Власне, безпосередньо за Пенроузом [2] псевдо обернена A^+ до $m \times n$ матриці A визначається як $n \times m$ - матриця , яка задає лінійний оператор $A^+ : R^m \to R^n$, дія якого для довільного $y \in R^m, y \neq 0$ визначається співвідношенням

$$A^+ y = \arg \min_{x \in \arg\min_{z\in R^n} \|Az-y\|^2} \|x\|^2 \tag{9}$$

Отже, за цим визначенням, A^+ пов'язується із СЛАР (системи лінійних алгебраїчних рівнянь) $Ax = y$ і визначається як найменший за нормою розв'язок оптимізаційної задачі найкращого квадратичного наближення правої частини СЛАР значеннями лівої частини:

$$\arg\min_{x\in R^n} \|y - Ax\|^2 A \in R^{m\times n}, y \in R^m \tag{10}$$

Множина можливих розв'язків оптимізаційної задачі (7) описується множиною

$$\arg\min_{x\in R^n} \|y - Ax\|^2 = A^+ y + (E_n - A^+ A)R^n = \{x : x = A^+ y + (E_n - A^+ A)v, v \in R^n\} \tag{11}$$

Ефективне застосування псевдо обернення за Муром – Пенроузом визначається використанням для нього визначення через тензорний варіант сингулярного розкладу (SVD-розкладу) (див.[3]). Цей варіант визначення використовує подання довільної $m \times n$ матриці A через синугулярності : два ортонормовані набори власних векторів $v_i \in R^n, i = \overline{1,r}, u_i \in R^n, i = \overline{1,r}$ матриць $A^T A$, AA^T відповідно, та відповідного їм спільного набору ненульових власних чисел ${\lambda_1}^2 \geqslant ... \geqslant {\lambda_r}^2 > 0, r = rankA$:

$A = \sum_{i=1}^{r} \lambda_i u_i {v_i}^T$

$u_i = \frac{Av_i}{\lambda_i}, v_i = \frac{A^T u_i}{\lambda_i}, i = \overline{1,r}$

За SVD-визначенням псевдо обернення за Муром – Пенроузом визначається співвідношенням:

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

$A^+ = \sum_{i=1}^{r} \lambda_i{}^{-1} u_i v_i{}^T$ Техніка псевдо обернення за Муром – Пенроузом дозволяє так само, як у векторному випадку вичерпно описати розв'язок матричної з $n \times p$ та $m \times p$ матрицями X, Y відповідно оптимізаційної задачі-аналогу векторної оптимізаційної задачі (8):

$$\arg \min_{x \in R^{n \times p}} \|Y - AX\|^2{}_{tr}, Y \in R^{m \times p} \tag{12}$$

в якій слідові норма $\| * \|_{tr}$ породжується слідовим скалярним добутком:
$(C, D)_{tr} = \sum_{i,j} c_{ij} d_{ij} = trC^T D =$ сума діаг. елементів матриці $C^T D$

Розв'язок такої задачі задається співвідношенням:

$$\arg \min_{x \in R^{n \times p}} \|Y - AX\|^2 = X^+ Y + (E_n - A^+ A) R^{n \times n} = \{Z : Z = X^+ Y + (E_n - A^+ A) V, V \in R^{n \times n}\} \tag{13}$$

Як і у векторному випадку, розв'язки матричної оптимізаційної задачі співпадають з розв'язками матричної СЛАР відносно $X : AX = Y, A - m \times n, Y - m \times p, X - n \times p$, коли вони існують.

Оптимізаційні задачі найкращого найкращого квадратичного наближення векторної(10) чи матричної (12) СЛАР та відповідні розв'язки((11), (13)) можуть розглядатися як основа методу найменших квадратів у випадку векторних та матричних спостережень для аргументів та значень функції, що підлягає відновленню за лінійного зв'язку між складовими спостереження, що описується $m \times n$ матрицею A.

Теорема 1. Дійсно, нехай векторні $(x_i, y_i) : x_i \in R^n, y_i \in R^m, i = \overline{1, N}$ чи матричні $(X_i, Y_i) : X_i \in R^{n \times p}, Y_i \in R^{m \times p}, i = \overline{1, N}$ спостереження лінійного оператора, що задається $m \times n$ - матрицею A. Тоді МНК оцінювання оператора A, тобто оцінювання за розв'язком оптимізаційної задачі
$\arg \min_{x \in R^{m \times n}} \Im(A)$,

$$\Im(A) = \begin{cases} \sum_{i=1}^{N} (y_i - Ax_i, y_i - Ax_i)^2, \text{ векторні спостереження,} \\ \sum_{i=1}^{N} (Y_i - AX_i, Y_i - AX_i)^2{}_{tr}, \text{ матричні спостереження,} \end{cases}$$

є еквівалентною оптимізаційній задач найкращого квадратичного наближення правої частини значеннями лівої і для матричної щодо R^T СЛАР $X^T A^T = Y^T$ з матрицями X, Y , що визначаються для векторних та матричних спостережень співвідношеннями відповідно:

$$X = \begin{cases} (x_1), : \ldots : x_N), \text{ векторні спостереження,} \\ (X_1), : \ldots : X_N), \text{ матричні спостереження,} \end{cases}$$

$$Y = \begin{cases} (y_1), : \ldots : y_N), \text{ векторні спостереження,} \\ (Y_1), : \ldots : Y_N), \text{ матричні спостереження,} \end{cases}$$

Теорема 2. Розв'язком задачі МНК оцінювання лінійного оператора ,що задається $m \times n$ матрицею A задається співвідношенням:

$$\arg \min_{x \in R^{m \times n}} \Im(A), \Im(A) = \{A : YX^+ + V(E_n - XX^+), V \in R^{m \times n}\} \tag{14}$$

Доведення безпосередньо випливає із співвідношення (13), що описує розв'язки матричних СЛАР з очевидними змінами у позначеннях та наступним транспонуванням з використанням комутативності застосування транспонування та пседообернення.

Література. **1.** Moore E.H. On the reciprocal of the general algebraic matrix // Bulletin of the American Mathematical Society. – 26, 1920. – P.394 -395 . **2.** Penrose R. A generalized inverse for matrices // Proceedings of the Cambridge Philosophical Society 51, 1955. – P.406-413. **3.** Алберт А. Регрессия, псевдоинверсия, рекуррентное оценивание.– М.: Наука.–1977.– 305 с

Дубовой В.М., Дерман Г.Ю., Пилипенко І.В.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Модель розвитку корпоративної ІС в умовах невизначеності

Корпоративна ІС охоплює всі бізнес-функції і всі управлінські процеси корпорації та є інструментом підвищення ефективності управління, прийняття правильних стратегічних і тактичних рішень на основі своєчасної та достовірної інформації.

Актуальною ***проблемою*** є ефективне управління розвитком ІС, оскільки розвиток корпорації тісно пов'язаний з розвитком її ІС.

Окремі задачі управління розвитком розв'язані в [1, 2] та інших роботах, проте не в повній мірі розкрито питання моделювання процесу розвитку корпоративних ІС в умовах невизначеності, тому ***метою*** роботи є розробка моделі процесу розвитку ІС в умовах невизначеності як основи для інформаційної технології управління розвитком корпоративної ІС.

Розвиток ІС є результатом взаємодії декількох компонент, які утворюють складну систему, структура якої зображена на рис.1.

В умовах невизначеності зовнішніх і внутрішніх чинників і наслідків розвитку кожну із змінних ІС [3] охарактеризовано функцією невизначеності $\beta()$ [4]. Відповідно певна багатокрокова стратегія розвитку характеризується загальним середнім ефектом/втратами (ризиком). До невизначеності зовнішніх і внутрішніх чинників і наслідків розвитку додається невизначеність рішень щодо вибору шляху розвитку, які приймаються у кожному стані, та невизначеність залежності ефекту q_i від параметрів стану. В операторному вигляді функція невизначеності ризику $\beta(R_i) = \Phi^{(3)}\beta(R_{i-})\beta(c_{i-1,i})\beta(q_i)$.

Аналіз системи (рис.1) показує її замкненість і багатоконтурність, що зумовлює складність моделі, динамічний тип, її подання у вигляді системи рівнянь, кількість яких визначається кількістю замкнених контурів. Процес розвитку ІС має дискретний характер.

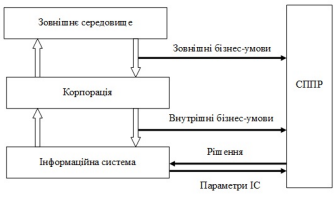


Рис. 1. Системні зв'язки ІС і СППР

Прогнозування ефекту від розвитку здійснюється за допомогою нечіткого логічного висновку на основі бази правил, отриманих шляхом узагальнення експертних оцінок історії розвитку.

Розвиток у «минулий» період визначений, отже функції невизначеності теж відомі. Але на етапі прогнозування можливі різні шляхи розвитку, що приводить до невизначеності характеристик функцій невизначеності, тобто до невизначеності другого порядку (2-го типу). Вплив внутрішніх і зовнішніх бізнес-умов на якість прогнозування ризику рішень щодо розвитку ІС досліджено методами кореляційного аналізу. Якість прогнозування ризику розвитку ІС оцінюється ентропією ризику.

Модель реалізована у вигляді алгоритму, що дозволяє прогнозувати розвиток системи «ІС – Корпорація – Зовнішнє середовище» та пропонує оптимальний шлях розвитку ІС.

Висновки. В роботі запропоновано модель процесу розвитку корпоративної ІС, яка враховує невизначеності зовнішніх і внутрішніх чинників, а також невизначеність рішень щодо вибору шляху розвитку, які приймаються у кожному стані.

Література. **1.** Васильев Р.Б, Калянов Г.Н, Лёвочкина Г.А. Управление развитием информационных систем. - М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 378 с. **2.** Андреева С.В. Совершенствование структурно-комплексного метода формирования и развития ИС управления в промышленности / С.В. Андреева // Проблемы развития предприятий: теорія и практика: Материалы 3-ей Межд. научно-практ. конф. – Самара: СГЭА, 2003. **3.** Дубовой В.М. Формалізація задачі прийняття рішень щодо розвитку корпоративних інформаційних систем в умовах невизначеності. / В.М. Дубовой, Г.Ю. Дерман // Вісник Хмельницького національного університету.- 2012. - №1 (185). - С.147-151. **4.** Глонь О.В., Дубовой В.М. Моделювання систем керування в умовах невизначеності. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 170 с.

***Дьоміна А.О.*[1], *Ореxова Н.А.*[2]**

[1] *Національний університет "Києво-Могилянська академія", Київ, Україна;* [2] *Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України, Київ, Україна*

Значення та принципи прототипування у побудові програмних систем, що базуються на сервісно-орієнтованій архітектурі

Сервісно-орієнтована архітектура (SOA, Service-oriented architecture) – набір принципів та методологій для розробки програмних систем у формі інтероперабельних сервісів. Кожен із сервісів при цьому є окремим програмним компонентом, який реалізує чітко визначений набір бізнес-вимог [1]. У наш час СОА є однією з провідних концепцій проектування програмних систем, оскільки її принципи забезпечують слабке зв'язування компонентів програмних систем, уніфікований обмін інформацією між програмними компонентами незалежно від виробника та технології, а також можливість повторного використання коду програмних компонентів.

У контексті розробки систем на базі СОА прототипи програмних компонентів використовуються як інструментарій для уточнення вимог до системи між розробниками, замовниками та користувачами. З такою метою будуються горизонтальні прототипи, які забезпечують широке представлення повної системи або підсистеми, зосереджуючись на користувацькому інтерфейсі більше, ніж на низькорівневій функціональності [2]. У той же час побудова вертикальних прототипів, які реалізують обмежену функціональність у повнішому обсязі, має не менш важливе значення при створенні сервісно-орієнтованих застосувань.

У ході дослідження визначено основні цілі побудови вертикальних прототипів програмних компонентів сервісно-орієнтованих систем:

- Прототип може слугувати уніфікованим інструментом для тестування взаємодії з іншими компонентами системи.
- Прототип дозволяє розпочати тестування взаємозв'язків у системі раніше, ніж будуть виготовлені усі її компоненти (або у разі, якщо певний компонент постачається стороннім вендором, і не є доступним у момент розробки).
- Добре спроектований вертикальний прототип у разі потреби може бути ітеративно розвинений у повноцінний компонент.

Для досягнення вищенаведених цілей прототип компоненту має забезпечувати відповідність деяким вимогам сервісно-орієнтованого дизайну, визначеним в [1]:

- Слабке зв'язування, абстракція та автономність сервісу, скомпонованість сервісів, мінімізація кількості станів сервісу повинні забезпечуватися як повноцінним сервісом, так і прототипом. Прототип має реалізовувати той же набір повідомлень та метаданих, що й готовий компонент,при цьому не декларувати більше, ніж зазначено в контракті.
- Можливість повторного використання коду має бути закладена при розробці прототипу, якщо він має згодом еволюціонувати до повноцінного сервісу.
- Можливість виявлення сервісу є ключовою для повноцінного сервісу, але не обов'язково має бути реалізована прототипом. Якщо прототип використовуватиметься виключно для внутрішнього тестування, то доступність сервісу не є важливою; доступність стає значущою у випадку зовнішнього тестування системи із залученням кількох вендорів.

Таким чином, в результаті проведеного аналізу визначено, що вертикальний прототип має відповідати більшості основних принципів сервісно-орієнтованої архітектури. Але оскільки вимоги СОА стосуються зовнішніх інтерфейсів компоненту та контракту з іншими компонентами, прототипування не втрачає своєї доцільності, тому що дозволяє значно спростити внутрішню реалізацію компонента. Отже, дана робота ілюструє, що вертикальний прототип програмного компоненту є одним із важливих інструментів при розробці сервісно-орієнтованої системи, але використання прототипу є доцільним тільки у випадку правильного його проектування, тобто врахування основних принципів сервісно-орієнтованого дизайну.

Література. **1.** Erl T. SOA: Principles of Service Design / Thomas Erl. – Prentice Hall. – 2007. – 608 p. – ISBN 0-13-234482-3. **2.** Леффингуэлл Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный поход / Д. Леффингуэлл, Д. Уидриг; Пер. с англ. Н. Ореховой. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2002. – 448 с. – ISBN 5-8459-0275-4.

Жидков А.С., Мартынов В.В.
Уфимский государственный авиационный технический универсистет, Уфа, Россия

Анализ задачи построения расписания

В данной статье проводится анализ задачи построения расписания занятий для учебного заведения. Рассматривается ряд тривиальных ограничении, возникающих из специфики задачи. Демонстрируется возможность перенесения задачи на многомерное пространство и дается демонстрационное представление фрагмента поля расписания в трёхмерном пространстве. Ввиду ограничения объема статьи ряд формул приводится без предварительного вывода.

Актуальность. Задача построения расписания для учебного заведения заключается в построении наиболее оптимального плана проведений занятий с учетом ряда ограничений. Обладая ограниченным количеством ресурсов, таких например, как аудиторный фонд, преподавательский состав, продолжительность периода обучения и т.п., учебное заведение должно обеспечить проведение всех занятии согласно учебному плану в ограниченные сроки. По сути, задача заключается в расположении различных элементов из соответствующих множеств на поле решений.

Большинство задач, связанных с построением расписания, на сегодня решаются с применением информационных систем. Уровень автоматизации напрямую зависит от алгоритма построения расписания. Чем выше уровень автоматизации, тем меньшее количество времени необходимо отдавать самому процессу построения расписания. Алгоритм, способный находить наиболее оптимальные варианты расписания с минимальными затратами человеческих, машинных и временных ресурсов, позволит рассмотреть большее количество вариантов решений, а также предоставляет возможность проведения оперативной корректировки расписания.

Анализ задачи. Рассматривая задачу построения оптимального расписания как систему, удобно представить ряд элементов в виде множеств. Для большинства учебных заведений можно определить ряд следующих множеств:

- «A» – аудиторный фонд;
- «L» – преподавательский состав;
- «S» – обучающиеся;
- «T» – время;
- «D» – дисциплины.

Ввиду специфики задачи, все определенные выше множества являются конечными. Описанные выше множества являются наиболее общими и содержат исчерпывающее количество элементов учебного заведения. Поэтому далее опередедены подмножества, которые необходимы для классификации элементов по различным критериям, например, множество «A» содержит всех обучающихся, а множество «A_1» содержит только тех, кто учится на первом курсе или множество «A_{GMU101}» – группа студентов, обучающихся на первом курсе $A_{GMU101} \subseteq A_1 \subseteq A$. Таким образом, для множеств можно определить ряд подмножеств [1].

$$A = A_1 \cup A_2 \cup ...A_n, \tag{1}$$

$$A_i \subseteq A_j. \tag{2}$$

Свойство (1) и (2) присущи и для остальных множеств и для экономии места не приведены в данном тексте.

Если представить множества в виде координат многомерного пространства, то вариант расписания можно представить в виде поверхности, определенной в даном пространстве. И отдельная ячейка в таблице расписания представима, как точка в многомерном пространстве.

$$p_i = \{a_\alpha, l_i, s_i, t_i, d_i\}, \tag{3}$$

$$a_i \subseteq A, l_i \subseteq L, s_i \subseteq S, t_i \subseteq T, d_i \subseteq D. \quad (4)$$

Если рассматривать каждое множество, как линию в многомерном пространстве, то расписание можно представить в виде многомерного объекта. Для большей наглядности возьмем только три множества и расположим объект расписания в этом трёхмерном пространстве.

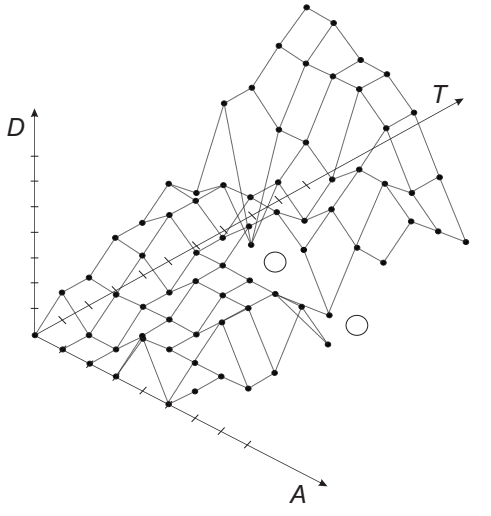


Рис. 1. Поверхность расписания

Как видно, расписание представимо в виде поверхности. Ограничения, описаные выше, формируют правила образования данной поверхности, например, проекция данной поверхности на плосколть T0A должна быть ровной сеткой. Данная поверхность может иметь "дыры окна" в расписании. Функция для минимизации данных окон прдставлена ниже.

$$Lecture_{\max} = N(A) \cdot N(T), \quad (5)$$

$$Lecture_{real} = \sum_{i=0}^{n} C(A), \quad (6)$$

$$Density = \frac{Lecture_{real}}{Lecture_{\max}} \leqslant 1. \quad (7)$$

Приведенный выше фрагмент поверхности является лишь малой частью всей многомерной структуры, которая возникает в процессе решения задачи.

Заключение. Проведнный анализ показывает возможность представления задачи расписания с точки зрения многомерной геометрии и, как сдедствие, возможность применения методов оптимизации данной области. Анализ задачи показывает дальнейшее направление изучения проблемы. Рассмотрение свойств каждого элемента позволил формализовать ряд ограничений представленных выше. Таким образом, сделаны первые шаги к направлению построения математической модели.

Литература. 1. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Наука, 1986. – 544с.

Заводник В.В.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Об одной задаче повышения живучести функционирования сложных технических систем в условиях дестабилизирующих многофакторных рисков

Современное развитие производительных сил человечества, в частности, и техногенной среды его обитания, в целом, ведет, с одной стороны, к неуклонному повышению качества жизни, с другой, приводит к лавинообразному возрастанию разноприродных рисков выхода сложных технических систем из штатных режимов функционирования с возможным последующим возникновением аварийных или катастрофических ситуаций. Такая тенденция связана не столько с несоизмеримо выросшей сложностью пока рукотворных систем, в контуре управления которых человек может отсутствовать вообще или квалификация лица, управляющего системой, не соответствует уровню ее сложности, сколько неспособностью человечества уйти от выбранного техногенного пути развития своей эволюции.

Единственный путь изменения вышеприведенной тенденции - это попытка создания (разработки и реализации) системы концептуального управления гарантированным обеспечением работоспособностью, живучестью и безопасностью сложных технических систем в условиях дестабилизирующих факторов разноприродных рисков, усиленных присутствием информационной и других видов неопределенностей, а так же наличием пороговых ограничений на время принятия и реализации решения с целью предотвращения перехода нештатных ситуаций в аварийные или катастрофические и, по возможности, восстановления штатных рабочих режимов [1]. Обеспечение гарантированного функционирования, в свою очередь, достигается на основе согласованного оценивания ресурса допустимого риска и определения минимально допустимого уровня информированности для порогового ограничения времени в динамике возникновения и развития нештатных режимов функционирования.

В соответствии с [1] согласованное оценивание достигается на базе решения общей задачи анализа многофакторных рисков. Решение получено путем декомпозиции общей задачи в последовательность ряда системно согласованных задач (с последующим агрегированием), представленных следующим образом: – системной многофакторной классификацией обнаруженных и прогнозируемых ситуаций рисков; – системным многофакторным распознаванием обнаруженных и прогнозируемых ситуаций рисков; – системным многокритериальным ранжированием ситуаций по степени и уровню риска; – многоцелевой минимизацией рисков прогнозируемого множества нештатных ситуаций; – многоцелевой оптимизацией уровня информированности лица принимающего решения при распознаваемости нештатных ситуаций в процессе функционирования сложных технических систем; – согласованием ресурсов допустимого риска прогнозируемого множества нештатных ситуаций; – определением необходимого уровня информированности для порогового ограничения времени в процессе функционирования сложных технических систем; – системным оцениванием ресурсов допустимого риска в динамике развития нештатных ситуаций.

В представленном докладе рассматривается последняя из перечисленных задач на постановочном уровне, и приводится ее решение. То есть, как на основании известных данных о множестве факторов риска и данных текущей диагностики выявить возможность появления критической ситуации и определить до наступления критического момента времени: – необходимый уровень показателя информированности для принятия адекватного решения; – ресурс допустимого риска до того как критический момент времени наступит.

Доклад выполнен в рамках обязательного участия в научно-технических конференциях по результатам научной деятельности УНК «ИПСА» НТУУ-КПИ в выше указанной области.

Литература. 1 . Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. – К.: Наукова думка, 2011. – 727 с.

Завэртаный В.В., Макаренко А.С.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Конкуренция кооперативных стратегий в многоагентных системах с сигнализицией и агрессивным поведением

Кооперация - это фундаментальное и наиболее распространённое явление в природе. Объяснение ее эволюции остается открытой проблемой[1]. Кооперативное поведение может порождаться различными факторами, такими как: увеличение эффективности потребления ресурса[2], обеспечение безопасности[3].

Кооперативное поведение агентов является одним из предметов изучения молодого направления исследований Искусственной жизни (ИЖ). Оно изучает возникновение интеллектуального поведения на основе локальных взаимодействий агентов[4].

В данной работе рассмотрены процессы зарождения и эволюции кооперативного поведения, которое базируется на совместной добыче ресурсов, а также на совместном обеспечении безопасности. В соответствии с естественным отбором выживает тот, кто максимизирует значение добытого ресурса. Но в некоторых природных условиях наиболее эффективным видится поведение кооперации, когда особь приносит в жертву свои эгоистические интересы ради блага общины.

Популяция агентов находится в двумерном непрерывном пространстве, агенты привязаны к территории (условной области пространства). Агент управляется искусственной нейронной сетью, которая получает на входы сигналы из окружающей среды о нахождении ресурса и агентов на окружающей территории. Агент может совершать действия: «есть», «двигаться», «нападать», «убегать», «делиться», «оповестить агента о ресурсе». Если на агента произведено нападение, то он привлекает соседних родственных агентов для защиты. Веса связей в искусственной нейронной сети передаются потомкам с некоторыми мутациями.

В процессе моделирования могут возникать разные вариации кооперативного поведения. К анализу результатов моделирования применен впервые предложенный в работе[3] подход подсчета стратегий(табл. 1).

Таблица 1. Вектор стратегий агентов, где $\mathrm{Ai} \in \{0 : rest; 1 : escape; 2 : attack; 3 : divide\}$.

мало ресурса, r = 0,02rmax		половина ресурса, r = 0,5rmax		много ресурса, r = 0,98rmax	
рядом свой	рядом чужой	рядом свой	рядом чужой	рядом свой	рядом чужой
Ai	Ai	Ai	Ai	Ai	Ai

Среда в которой находятся агенты является неоднородной, поэтому и ресурс появляется в разных участках с разной интенсивностью. В работе будет рассмотрена конкуренция агентов, принадлежащих разным территориям, а также их дифференциация по родственному признаку и выбранной стратегии поведения.

Литература. **1.** Nadell CD, Foster KR, Xavier JB (2010) Emergence of Spatial Structure in Cell Groups and the Evolution of Cooperation. PLoS Comput Biol 6(3): e1000716. http://www.ploscompbiol.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pcbi.1000716, **2.** Torney CJ, Berdahl A, Couzin ID (2011) Signalling and the Evolution of Cooperative Foraging in Dynamic Environments. PLoS Com Biol 7(9): e1002194.http://www.ploscompbiol.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pcbi.1002194, **3.** Бурцев М.С. Исследование новых типов самоорганизации и возникновения поведенческих стратегий: дис. канд. физ.-мат. наук / ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. – М. 2005. - 120 с., **4.** Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 246 с.,

Задворний Ю.І., Селін О.М.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Аналіз методів математичного моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері

У зв'язку з проблемою нарастаючого забруднення навколишнього середовища антропогенними продуктами, що має глобальний характер, виникає потреба у контролі і прогнозуванні екологічного стану атмосфери. Прогнозування засноване на математичному моделюванні процесу розсіяння домішок в атмосфері в результаті турбулентної дифузії.

Процес розсіяння домішок в результаті явища атмосферної турбулентної дифузії - це складний фізичний процес, який не має строгого теоретичного опису при різноманітних природних умовах. Створені теоретичні моделі описують розсіяння домішок в умовах горизонтально однорідної підстилаючої поверхні в стратифікованій атмосфері з заданими метеорологічними параметрами та при однорідних граничних умовах [1].

У реальних природних умовах ці умови ніколи не виконуються, тому при кількісній інтерпретації експериментальних даних за допомогою того або іншого теоретичного опису, завжди уточнюється область застосовності наближення для математичного апарату.

Серед існуючих методів опису закономірностей розповсюдження домішок залежно від математичного апарату виділяють:

1. Емпірично-статистичні методи.
2. Статистичні методи.
3. Гаусівські моделі.
4. Моделі турбулентної дифузії.

Перевагою гаусівської методики є її порівняно висока точність при достатньо простій параметризації чинників, що впливають на розсіяння домішок.

Недоліки простих моделей турбулентності(емпірично-статистичних, статистичних, гаусівських) пов'язані з ототожненням переміщення повітря і забруднюючих речовин, значними спрощеннями турбулентних режимів руху повітря в атмосфері, а також нехтуванням вертикальною конвекцією повітря [2].

Перевагою складних багатопараметричних турбулентно-дифузійних моделей є те, що вони дозволяють врахувати хімічні реакції в забрудненому повітрі, зміну аерозольних часток при конденсації або випаровуванні, сухе та вологе випадання забруднюючих речовин [3, 4].

У даній роботі був проведений синтез стохастичної гаусівської та детермінованої моделі турбулентної дифузії. Отримано змішану модель, яка забезпечує більшу точність прогнозування концентраціїї шкидливих домішок в атмосфері у порівнянні зі стандартними моделями.

Модель була запрограмована на мові C/C++ з використанням бібліотеки NewMat для обробки вхідних даних. Візуалізація результатів реалізована за допомогою бібліотек середовища MatLab 7.0.

Література. **1.** Бойко В.В. Аналіз методів математичного моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері / В.В. Бойко, Л.Д. Пляцук // Вісник КНУ імені Михайла Остроградського. – 2010. - №6 (65). Частина 1, **2.** Горячев. Г.В. Моделювання поширення забруднюючих речовин у атмосферному повітрі з використанням ГІС-технологій за методикою ОНД-86 / Г. В Горячев, М. А. Гаврилюк // Наукові праці ВНТУ. – 2009. - № 3. **3.** Згуровский М.З. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М.З. Згуровкий, В.В. Скопецкий, В.К. Хрущ, Н.Н. Беляев // К.: Наукова думка, 1997. - 367 с. **4.** Ким Ж. В. Моделирование процессов распространения загрязняющих веществ в атмосфере промышленного центра / Ж.В. Ким, В.Ф. Мироненко, А.В. Михайлов // Ползуновский вестник. – 2007. - № 3. – с. 24-29.

Заец Р.В.
Центр исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г.М.Доброва НАН Украины, Киев, Украина

Научно-техническая и инновационная политика как объект системного анализа и проектирования

Научно-техническая и инновационная политика является сложной интеллектуально-деятельностной (когнитивной) системой, решения которой определяют направленность и условия функционирования научно-технических практик в стране, группе стран, в мир-системе в целом. Подобные системы принятия решений в развитых странах сложились эмпирически в период индустриализации и отражали процессы бурного технического прогресса, расширения разнообразия и объемов НИОКР, создания научно-исследовательских и инженерно-проектных систем корпоративного и государственного типа. Эти процессы были столь стремительны, что практически за одно прошлое столетие был «создан новый мир техники, обладающий такими возможностями, которые превосходят всё, что когда-либо раньше люди могли представить себе» [1, с. 13]. Еще несколько десятилетий назад было понятно, что «Сегодня у нас есть техническая возможность сделать почти все, что мы коллективно решим сделать. С другой стороны, у нас нет ресурсов, чтобы сделать все, что хотим. Следовательно, мы должны ставить задачи и решать их эффективно. Именно в этой области применение системного подхода оказывается наиболее эффективным» [1, с. 32].

Однако процесс становления технической цивилизации, его многочисленные позитивные и негативные результаты до сих пор не отрефлексированы в должной степени, позволяющей осознанно принимать решения относительно направлений дальнейшего научно-технического развития. Анализ практики управления наукой в индустриально развитых странах показывает, что субъекты национальной научно-технической политики, поле их деятельности и границы компетенции определены весьма приблизительно [2,3]. Это касается не только пространственных и временных границ стратегического планирования “большой науки”, но и социальной ответственности политиков за выбор направлений научных и проектных работ, соответственно, за меру их организационной и финансовой поддержки, оказываемой от имени общества. Как и в прошлом, в настоящее время нельзя утверждать, что в какой-либо стране, группе стран или в мире в целом сложился прозрачный и подконтрольный обществу механизм принятия и реализации политических решений по поводу развития науки и технологий.

В целом развитие науки и инновационной деятельности за последние десятилетия оценивается не только как беспрецедентное по разнообразию и масштабам, но и как хаотичное и весьма неравномерное с точки зрения удовлетворения насущных потребностей общества. Разительный пример: фантастические достижения ИКТ и космических технологий не сопоставимы с техническим состоянием примитивного энергорасточительного ЖКХ и инженерной инфраструктуры украинских городов. В богатых индустриальных странах милитаризация и подчиненность рынку все более значительного числа НИОКР определили их профиль — чем дальше, тем больше они обслуживают расточительную экономику потребительского общества [2]. Наряду с этим в последние десятилетия стал очевидным дефицит знаний о многих природных процессах и недостаточная изученность новых социальных феноменов, порожденных массированным применением технических средств. Ни одна крупная проблема антропогенного происхождения — комплексное загрязнение природной среды (включая мировой океан), истощение озонового экрана, парниковый эффект и климатические изменения, сокращение биоразнообразия и деградация экосистем и проч., ставшая причиной глобального экологического кризиса, — не была предсказана до её возникновения и не изучена достаточно полно для разработки средств её решения [3].

Обоснование долгосрочной научно-технической и инновационной политики каждой страны и мир-системы в целом должно учитывать главную, на наш взгляд, проблему, от решения которой зависит постановка и решения всех прочих проблем деятельности научного сообщества.

Это — проблема стратегической ориентации науки и инноватики и социальной ответственности ученых, политиков и государственных чиновников, причастных к планированию и финансированию НИОКР. От имени научных работников эту проблему давно ясно выразил Ж.-М. Леге — "... мы не можем оставаться равнодушными к таким вопросам как: для какой науки мы работаем, на какое общество мы трудимся, к какому развитию мы стремимся?" [1, с. 101].

Национальная научно-техническая и инновационная политика по определению должна быть направлена на решение проблем организации и развития научно-технической сферы страны в соответствии с её национальными интересами. Цели такой политики — создание и поддержание комплекса условий, необходимых для функционирования научных сообществ, планирования и выполнения НИОКР, результаты которых позволяют эффективно решать экономические, экологические и социальные проблемы страны и её безопасности. Для выполнения функций государственной научно-технической политики необходим компетентный субъект (орган управления), способный решать следующие тесно взаимосвязанные задачи:

- оценивать ценность для общества реализуемых на практике и намечаемых к реализации научно-исследовательских и научно-технологических направлений, программ, проектов и тематических комплексов НИОКР;
- определять стратегические приоритеты развития науки, техники и технологий, выделять те области исследований и разработок, в которые необходимо направлять инвестиции в первую очередь;
- определять основные параметры научно-технического потенциала, необходимого для реализации поставленных научных целей и инновационных технологических разработок, способствовать достижению заданных параметров;
- определять объёмы и структуру финансирования проводимых и планируемых научных и научно-технических работ и подготовки их результатов к практическому использованию;
- стимулировать создание и развитие новых более эффективных форм организации научно-исследовательской и инновационной деятельности, разработки образцов новой техники и высоких технологий;
- помогать устанавливать и поддерживать международные научные связи отечественных научных учреждений и ученых по направлениям НИОКР, отвечающим национальным интересам страны, а также способствующих решению глобальных проблем.

В реальной практике определения фронта НИОКР, поддерживаемых государством, названные прогнозно-аналитические задачи решаются разными инстанциями разрозненно, несмотря на эпизодические попытки их свести в стратегии научно-технического и инновационного развития. Для проектирования целостной политики в этой сфере, необходим перманентный системный анализ её мировоззренческих оснований и методологии обоснования целевых ориентиров, обязательно отбираемых путем сравнения альтернатив.

Литература. **1.** Коутиньо Дж. де С. Управление разработками перспективных систем. Пер. с англ. — М.: Машиностроение, 1982. — 448 с. **2.** Заец Р.В. Научно-техническая и инновационная политика в глобальном контексте и задачи её обновления // Проблемы и перспективы инновационного развития экономики: материалы XVI международной научно-практической конференции, Алушта, 12–16 сентября 2011 г. / Национальная академия наук Украины, Центр исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г.М.Доброва НАН Украины, Творческий союз НИО Крыма. — Симферополь: "ИТ АРИАЛ", 2011. — С. 33–42. **3.** Заец Р.В. Парадигма природосберегающего развития: ревизия тенденций и перспектив развития науки и инноватики // Проблемы и перспективы инновационного развития экономики: материалы XVII международной научно-практической конференции, Алушта, 10–15 сентября 2012 г. / Национальная академия наук Украины, Центр исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г.М.Доброва НАН Украины, Творческий союз НИО Крыма. — Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2012. — С. 104–111. **4.** Леге Ж.-М. Кого страшит развитие науки? (Научные работники, политика и общество) / Сокр. перевод с французского. — М.: Знание, 1988. — 192 с.

Зайцева Е.Є., Воропаєва В.Я., Долгіх І.П.
Донецький національний технічний університет, Донецьк, Україна

Оптимальне управління дискретно-подійними системами з багатьма входами

Вступ. Задача синтезу системи управління для виробництва або транспорту полягає у розробці впливу на часові характеристики системи з метою дотримання виробничого графіку. Один зі способів вирішення такої задачі – задання матриць зворотного зв'язку [1, 2], причому через операцію max структура системи залишається лінійною [3]. Ще одним способом є задання та оптимізація критерію якості роботи системи – цільової функції [4, 5]. Управляючі змінні в цьому випадку – моменти часу настання певних подій в системі, що обираються як входи системи, а природним критерієм є мінімізація суми відхилень між фактичними та бажаними моментами часу настання вихідної події. У цій роботі проілюстровано саме другу методику синтезу системи управління.

Постановка задачі досліджень. Розглядається дискретно-подійна система (ДПС), яка задана в канонічній формі наступною системою рівнянь в базисі Max-plus алгебри $(\overline{\mathbb{R}}, \oplus, \cdot)$:

$$\begin{aligned} \mathbf{x}(k+1) &= \mathbf{A} \cdot \mathbf{x}(k) \oplus \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}(k+1), \\ y(k) &= \mathbf{C} \cdot \mathbf{x}(k), \end{aligned} \tag{1}$$

де $\mathbf{x}(k) \in \overline{\mathbb{R}}^n$, елемент $x_i(k)$ – це момент часу, в який i-а подія відбудеться в k-му циклі розвитку процесу, $i = \overline{1,n}$, $\mathbf{x}(0) = \varepsilon$; $\mathbf{u}(k) \in \overline{\mathbb{R}}^m$ – момент часу, в який k-й вектор керування безпосередньо діє на систему; $\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{C}$ – матриці відповідних розмірностей, елементи яких належать до $\overline{\mathbb{R}}$.

Нехай відома послідовність $\{d(k)\}_{k=1}^N$ бажаних моментів часу настання вихідної події. Задамо цільову функцію управляючої послідовності $\mathbf{U}_N$ як половину квадратичної помилки різниці між фактичним та бажаним моментом часу настання вихідної події:

$$J(\mathbf{U}_N) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{N} \big(y(k) - d(k)\big)^2, \tag{2}$$

де $y(k)$ обчислюється за (1), а піднесення до степені та операції "+" та "−" визначені як у звичайній алгебрі. Через наявність операції max в загальному випадку цільова функція є недиференційованою, отже пошук оптимального управління ДПС є складною задачею нелінійної оптимізації.

Як приклад, розглянемо просту виробничу систему, граф синхронізації якої зображено на рис. 1. Відповідні рівняння динаміки системи в просторі станів мають вид:

$$\mathbf{x}(k+1) = \begin{pmatrix} \varepsilon & \varepsilon & 3 & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & 4 & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & 2 & 6 & \varepsilon & 0 \\ \varepsilon & 2 & \varepsilon & \varepsilon & 0 \\ \varepsilon & 2 & \varepsilon & \varepsilon & 0 \end{pmatrix} \cdot \mathbf{x}(k) \oplus \begin{pmatrix} \varepsilon & \varepsilon \\ 0 & \varepsilon \\ 2 & 0 \\ \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & 0 \end{pmatrix} \cdot \mathbf{u}(k+1),$$

$$y(k) = \begin{pmatrix} \varepsilon & \varepsilon & e & \varepsilon & \varepsilon \end{pmatrix} \cdot \mathbf{x}(k),$$

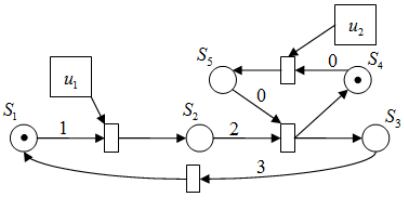


Рис. 1. Граф синхронізації простої виробничої системи

тобто $y(k) = x_3(k)$. Необхідно визначити вектор управління $\mathbf{u}(k)$, $k = \overline{1,N}$, що мінімізує цільову функцію (2) та надає системі бажану поведінку.

Результати моделювання. Розглянемо перші три цикли роботи системи. З виразу (2) для $N = 3$ отримаємо:

$$J(\mathbf{U}_3) = \frac{1}{2}\Big(\big((y(1) - d(1)\big)^2 + \big((y(2) - d(2)\big)^2 + \big((y(3) - d(3)\big)^2\Big). \tag{3}$$

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Запишемо вихід $y(i)$, $i = \overline{1,3}$, як залежність від вхідного управління $\mathbf{u}(j)$, $j = \overline{1,i}$:

$$y(1) = \mathbf{C} \cdot \mathbf{x}(1) = \mathbf{C} \cdot \big(\mathbf{A} \cdot \mathbf{x}(0) \oplus \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}(1)\big) = \mathbf{C} \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}(1),$$

$$y(2) = \mathbf{C} \cdot \mathbf{x}(2) = \mathbf{C} \cdot \big(\mathbf{A} \cdot \mathbf{x}(1) \oplus \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}(2)\big) = \mathbf{C} \cdot \mathbf{A} \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}(1) \oplus \mathbf{C} \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}(2),$$

$$y(3) = \mathbf{C} \cdot \mathbf{x}(3) = \mathbf{C} \cdot \big(\mathbf{A} \cdot \mathbf{x}(2) \oplus \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}(3)\big) = \mathbf{C} \cdot \mathbf{A}^2 \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}(1) \oplus \mathbf{C} \cdot \mathbf{A} \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}(2) \oplus \mathbf{C} \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}(3).$$

Нехай очікуваний час для вихідної події складає $d(1) = 5$, $d(2) = 10$, $d(3) = 18$. З графіку залежності цільової функції від керуючих змінних u_1, u_2 в кожному циклі (рис. 2 а), б) та в) відповідно) видно, що при $\mathbf{u}(1) = (3 \;\; 5)^T$, $\mathbf{u}(2) \leqslant (9 \;\; 11)^T$, $\mathbf{u}(3) = (16 \;\; 18)^T$ функція $J(\mathbf{U}_3)$ досягає мінімуму.

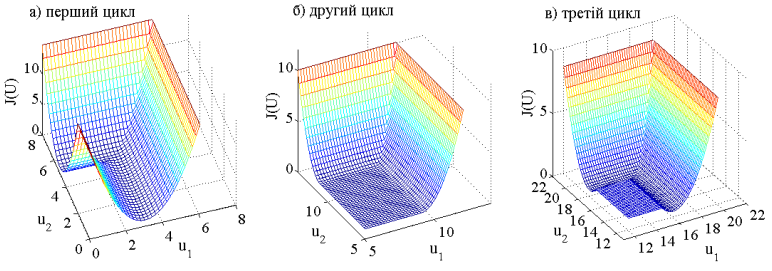


Рис. 2. Залежність цільової функції від керуючих впливів

Моменти часу початку та тривалість операцій в системі ілюструють діаграми Ганта (рис. 3). На діаграмі роботи системи показано фактичний час настання вихідної події, який в некерованій системі складає $y(1) = 3$, $y(2) = 9$, $y(3) = 15$, а в системі з керуванням – $y(1) = 5$, $y(2) = 11$, $y(3) = 18$, отже з (3) отримаємо, що $J^*(\mathbf{U}_3) = 0.5$.

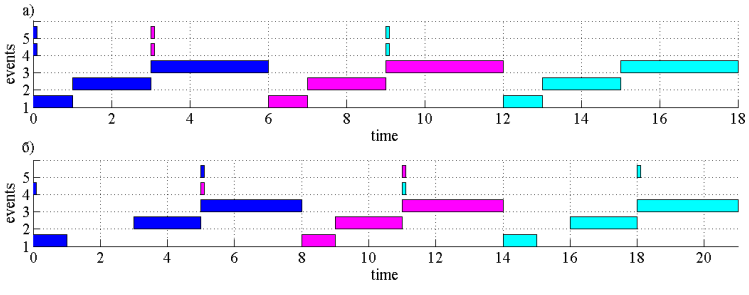


Рис. 3. Діаграма Ганта роботи системи: а) некерованої; б) з оптимальним управлінням

Висновки. Методика визначення оптимального управління, яка полягає в мінімізації цільового критерію, що є сумою відхилень між фактичними та очікуваними моментами часу настання вихідної події, надає дискретно-подійній системі бажану поведінку.

Література. **1.** Бессараб В.І. Математичні основи теорії дискретно-безперервних систем: монографія /Бессараб В.І. – Донецьк: ДВНЗ ДонНТУ, 2011. – 175 с. **2.** Зайцева Е.Є. Алгоритм управління транспортною системою як дискретно-безперервним об'єктом /Зайцева Е.Є., Бессараб В.І., Червинський В.В. // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Вип. 21 (183) – Донецьк: ДонНТУ, 2011 – С. 19 – 25. **3.** Cassandras C.G. Introduction to the modeling, control and optimization of discrete event system /C.G. Cassandras, Lafortune S., Jan Olsder G. – Faculty of Technical Mathematics and Informatics, Delft University of technology, 1995. – 267 p. **4.** Gazarik M. J. Monitoring and Control of Manufacturing Systems Based on the Max-plus Formulation: PhD thesis /M.J. Gazarik – School of Electrical and Computer Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA, 1997. – 320 p. **5.** Зайцева Е.Є. Оптимальне управління в дискретно-безперервній транспортній системі /Зайцева Е.Є., Воропаєва В.Я., Червинський В.В. // Збірник наукових праць ДонІЗТ, 2012 – № 30 – С. 13 – 18.

Зайцева И.В.[1,2] ***Попова М.В.***[1]
[1] *ФГБОУ ВПО "Ставропольский государственный аграрный университет", Ставрополь, Россия;*
[2] *ФГАОУ ВПО "Северо-Кавказский федеральный университет", Ставрополь, Россия*

Системный подход к определению структуры трудового потенциала региона

Системный подход методически ориентирует исследование на определение целостности объекта и обеспечивающих её механизмов, на выявление многообразных типов связей сложного объекта и сведение его в единое целое. Чтобы определить целостность объекта и выявить многообразие типов связей, необходимо рассмотреть целостные свойства объекта, его структуру и динамику.

Использование системного подхода на базе огромного числа исходных данных позволяет на базе построенной модели выбрать необходимое количество управляющей информации в реальной системе, оценить показатели ее функционирования и найти наиболее эффективный вариант построения и выгодный режим функционирования реальной системы.

Системный подход можно использовать для изучения экономических явлений, так как его можно рассматривать как анализ существующих систем, создание, конструирование, синтез систем для достижения каких-то целей. Системный подход в экономической науке направлен на изучение отдельных экономических объектов как структурных частей более сложных систем, выявление роли каждого из них в общем процессе функционирования экономической системы и, наоборот, воздействие системы в целом на отдельные элементы.

Авторы [1] предлагают рассматривать трудовой потенциал уже в первом приближении как некоторую систему: «трудовой потенциал характеризует способность системы производить работу, т.е. превращать потенциальную энергию в энергию движения (кинетическую)».

По своей структуре и характеру функционирования трудовой потенциал является сложной системой, т. к. представляет собой «иерархически организованную и целенаправленно функционирующую совокупность большого числа информационно связанных и взаимодействующих элементов» [2].

Сложная система обладает способностью к выбору поведения, и, следовательно, однозначно предсказать и экстраполировать ее состояние невозможно ни при каком априорном знании свойств системы и ситуаций. Свое поведение она строит в существенной связи с ситуацией, поэтому на это поведение можно влиять.

Следует выделить основные свойства сложных систем [2]. Свойство эмерджентности (интегративное качество) сложной системы заключается в том, что свойства системы не сводятся к сумме свойств составляющих её элементов и наоборот. Функционирование системы не может быть сведено к функционированию отдельных её элементов, поскольку совокупное функционирование разнородных взаимосвязанных компонентов порождает качественно новые свойства целого. Способность к самоорганизации сложной системы заключается в том, что система реагирует на воздействие внешней среды, на основе информации о внешней среде последовательно изменяет свою структуру или значения своих параметров для того, чтобы в большей степени соответствовать своему целевому назначению, но при этом сохраняет качественную определённость и свойства, обеспечивающие относительную устойчивость и адаптивность функционирования системы. Система формирует и проявляет свои свойства только в процессе функционирования и взаимодействия с внешней средой. Из свойства многофункциональности вытекают свойства, характеризующие трудовой потенциал как обобщённую характеристику системы: гибкость, адаптивность, устойчивость.

Совокупность математических соотношений между внешними и внутренними параметрами системы, характеризующих структуру системы и ее функционирование, образует модель системы.

Степень приспособленности системы для решения поставленных перед ней задач определяется как эффективность системы и оценивается численными значениями компонентов

векторной целевой функции.

Трудовому потенциалу как сложной системе свойственна способность системы к реализации некоторого множества функций, т.е. многофункциональность. Из свойства многофункциональности вытекают свойства, характеризующие трудовой потенциал как обобщённую характеристику системы: гибкость, адаптивность, устойчивость.

Эффективность использования трудового потенциала непосредственно связана с экономическим ростом и социальной политикой [3]. В условиях формирования рыночной экономики изменения в сферах приложения труда отразились и на эффективности трудового потенциала общества.

Структурирование трудового потенциала следует производить в единстве пространственных и временных характеристик, выделив три уровня связей и взаимоотношений: первый уровень, представляющий собой совокупность свойств, накопленных системой в процессе ее становления и обуславливающих ее возможность функционирования и развития; второй уровень, характеризующий настоящее с точки зрения практического применения и использования наличных способностей; третий уровень, ориентированный на развитие в процессе трудовой деятельности, где работник приобретает новые навыки [4].

На развитие региона, а значит, и на развитие трудового потенциала региона воздействую объективные и субъективные факторы. Объективность выражается в историческом развитии региона, уровне развития производительных сил, территориальных особенностях. Субъективность определяется населением региона, его культурным и образовательным уровнем, уровнем власти.

Региональная экономическая система представляет собой самостоятельный комплекс для реализации полного цикла воспроизводства трудового потенциала. Трудовой потенциал региона является сложной социально-экономической категорией, представляющей собой взаимосвязанную совокупность количественных и качественных характеристик населения региона, обеспечивающих достижения производственных целей в процессе трудовой деятельностью в конкретных социально-экономических условиях с учетом научно-технического прогресса.

Этим и определяется значимость изучения трудового потенциала в рамках региона. Трудовой потенциал региона представляет собой сложную динамическую систему с собственными закономерностями развития. Следовательно, для изучения трудового потенциала региона, определения его структуры, оценки и прогноза возможных состояний можно использовать системный подход.

Таким образом, рассмотрение трудового потенциала с точки зрения системного подхода, позволяет комплексно подойти к проблемам его воспроизводства и развития. Трудовой потенциал региона является сложной многоуровневой динамической системой, состоящей из большого количества подсистем, основные элементы которой дополняют и раскрывают внутренние возможности человека, необходимые для трудовой деятельности в рамках социально-экономической системы.

Литература. **1.** Крощенко, М.М. Теоретико-методологические основы исследования трудового потенциала [Электронный ресурс]: / М.М. Крощенко, М.А. Шестаков. - Электрон. дан. - Вестник НИИ труда и социального страхования, 2009, № 1. http://www.niitruda.ru/about/vestnik/_1_2.html, **2.** Раскин, Л. Г. Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления / Л. Г. Раскин. - М.: Советское радио, 1976. – 344с., **3.** Зайцева, И.В.Развитие понятия «трудовой потенциал» как социально-экономической категории / И.В. Зайцева, М.В. Попова, Я.В. Ворохобина // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2013. - № 1. - Режим доступа., http://www.uecs.ru/index.phpl **4.** Экономика труда: Учебник / Под ред. Кокина Ю.П., Шлендера П.Э. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Магистр, 2010. - 686 с.

Зайцева К.А., Коваль О.В.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Комп'ютерне моделювання соціально-економічного розвитку регіону

На даний час існує велика кількість соціально-економічних моделей, за допомогою яких прогнозують розвиток регіону. Кожна модель пропонує свій набір показників для оцінки соціально-економічного розвитку регіону. Розглядаючи моделі, викладені Тетяною Л. Желюк [1], в залежності від поставлених цілей можна виділити:

1. Ендогенно орієнтовану модель регіону, застосування якої може призвести до динамічного розвитку країни та регіонів;
2. Екзогенно орієнтовану модель регіону, застосування якої може призвести до низької оплати праці, енергозалежності та низького рівня соціального захисту;
3. Економічну модель сталого розвитку регіону, застосування якої може призвести до покращення рівня життя та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище;
4. Нову економічну диверсифіковану модель регіону для забезпечення суспільної безпеки країни.

Розвиток таких моделей переважно визначається за допомогою статистичних методів прогнозування. Але якою б ефективною не була модель, соціально-економічна система завжди містить у собі елементи невизначеності, під якою розуміють відсутність або неповноту інформації щодо структурних елементів. Зменшення невизначеності та представлення її у вигляді декількох варіантів розвитку регіону є можливим при використання сценарного підходу [2]. На базі однієї з запропонованих моделей можна побудувати декілька сценаріїв розвитку регіону, Шері Г. Танер [3] стверджує, що кількість сценаріїв, що одночасно може обробити аналітик, має бути не більше чотирьох. Звідси для однієї моделі можна побудувати три сценарії розвитку: песимістичний, базовий та оптимістичний. Для побудови базового сценарію буде раціональним використання будь-яких статистичних (наприклад, екстраполяційних) методів.

Для вирішення задачі формування сценаріїв запропоновано створення інструментального програмного засобу формування сценаріїв розвитку вищезгаданих соціально-економічних моделей. Це надасть можливість аналітику аналізувати поведінку моделі в умовах невизначеності.

Використовуючи концепцію модельно-орієнтованого підходу, отримано діаграму класів, що надає можливість формувати об'єктну модель згідно математичної моделі та на базі об'єктної моделі формувати сценарії. Розроблена діаграма класів передбачає визначення об'єктів класу «Показник», які можуть бути вхідними, розрахунковими, з класифікатором (наприклад, вид економічної діяльності, вид платежу до бюджету) та без (наприклад, курс долара за 2010 рік). Також передбачені наступні об'єкти: "Подія сценарію", "Сценарій", "Період", "Маштабування" та ін. Такий підхід робить програмний засіб більш гнучким та зручним для створення будь-якої моделі з різними зв'язками між об'єктами.

Інструментальний програмний засіб формування сценаріїв соціально-економічного розвитку регіону надасть можливість аналітику формувати комплексні стратегічні рішення в умовах невизначеності.

Література. **1.** Желюк, Т. Моделювання динаміки соціально-економічного розвитку: макро-та мезоекономічні аспекти / Тетяна Желюк // Вісник Тернопільського національного економічного університету. – Тернопіль, 2007.– Вип. 1.– С. 22-39. **2.** Кононов Д.А. Модели и методы анализа и синтеза сценариев развития социально-экономических систем: дис. . . . докт. техн. наук: 05.13.10: защищена 7.10.10 : утверждена 15.04.11 / Кононов Дмитрий Алексеевич. – М., 2010.– 440 с.– 05201000877. **3.** Turner Sh. G. A Case Study Using Scenario-Based Design Tools and Techniques in the Formative Evaluation Stage of Instructional Design: PhD: Instructional Technology: October 30, 1998 / Sherri Guilliams Turner. – Virginia., 1998. – 114 p.

Заяць В.М.
Національний університет "Львівська політехніка", ІЕПТ, Львів, Україна

Ітераційний підхід до мінімізації похибки числових методів другого порядку

Запропоновано ітераційний підхід до мінімізації похибки дискретизації числових методів другого порядку, що грунтує'ться на встановленні моменту часу, коли вклади явного і неявного методів Ейлера у поправку до змінних стану системи. еквівалентні. Підтверджено доцільність його застосування до аналізу нелінійних динамічних систем коливної природи з високою добротністю та тривалими перехідними процесами.

При аналізі складних динамічних процесів та явищ, які можна описати системою неперервних диференційних рівнянь, поданих у нормальній формі Коші:

$$\frac{dx}{dt} = f[x(t), t], \tag{1}$$

де x – N-мірний вектор змінних стану; f – N-мірна вектор функція, що описує динаміку фазових траєкторій системи, використовують числові (різницеві) методи для проведення дискретизації. Такі методи повинні бути збіжними та мати малу похибку дискретизації для забезпечення збереження якісної та кількісної відповідності між досліджуваним процесом чи явищем та його дискретною моделлю [1, 2]. Друга вимога до різницевих методів – це властивість **A** – стійкості. У противному випадку наявність незначної локальної похибки вирахувань, допущеної на одному кроці, може привести до нагромадження цієї похибки в процесі руху зображуючої точки вздовж фазової траєкторії і цілковитої непридатності для прикладних застосувань остаточного результату вирахувань [4].

У роботі [3] запропоновано враховувати поправки для наступної точки дискретизації не на середині кроку дискретизації, що має місце в широковживаному в програмах комп'ютерного аналізу динамічних систем методі трапецій, а в той момент часу коли вклади явного і неявного методів Ейлера є еквівалентними. З цією метою різницеву формулу (1) подано у вигляді, запропонованому Лінігером-Уілабі:

$$x_{n+1} = x_n + h(1+\mu)\mathbf{f}_n + h \cdot \mu \cdot \mathbf{f}_{n+1} \tag{2}$$

яка при $\mu = 0$ відповідає явному методу Ейлера; $\mu = 0.5$ – методу трапецій; – неявному методу Ейлера. Прирівнявши другий і третій члени з правої сторони у формулі (2) отримано значення параметра mu при якому явний і неявний методи Ейлера вносять однаковий вклад у поправку до значення x_n:

$$\mu = \frac{\mathbf{f}_n}{\mathbf{f}_n + \mathbf{f}_{n+1}}. \tag{3}$$

Після підстановки (3) в (2) отримано нову різницеву формулу:

$$x_{n+1} = x_n + \frac{2 \cdot h \cdot \mathbf{f}_n \cdot \mathbf{f}_{n+1}}{(\mathbf{f}_n + \mathbf{f}_{n+1})} \tag{4}$$

Оскільки за побудовою формули (4) вклад кожного з методів Ейлера не перевищує половини віддалі між x_n і x_{n+1}, то метод (4) дає гарантоване обмеження на величину похибки дискретизації на кожному кроці та забезпечує її додатність.

Для оцінки похибки методу (4) проведено аналіз похибки дискретизації на прикладі моделі консервативної системи другого порядку

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega_0^2 x$$

який підтвердив, що похибка дискретизації методу (4) пропорційна до $h_2 \cdot \omega_0^2/6$, як і в методі трапецій, але має протилежний знак і співмірну абсолютну величину. Дослідження показали, що метод (4), як і метод трапецій володіє властивістю **A**–стійкості.

Враховуючи, що похибка методу (4) і методу трапецій (формула (1)) мають протилежні знаки, можна провести їх арифметичне усереднення, тим самим зменшити величину похибки.

Застосовуючи на першій половині кроку формулу (4), а на другій формулу (1), отримуємо різницеву формулу

$$x_{n+1} = x_n + \frac{h \cdot \mathbf{f}_n \cdot \mathbf{f}_{n+1}}{(\mathbf{f}_n + \mathbf{f}_{n+1})} + \frac{h}{4}(\mathbf{f}_n + \mathbf{f}_{n+1}) \tag{5}$$

яку назвемо різницевою комбінацією першого роду (К1Р). Похибка дискретизації при використанні (5) до консервативної системи виявилася у два рази меншою, порівняно з методом (4) і протилежною за знаком по відношенню до методу трапеції. Тепер після усереднення (1) і (5) отримуємо різницеву комбінацію другого роду (К2Р):

$$x_{n+1} = x_n + \frac{h \cdot \mathbf{f}_n \cdot \mathbf{f}_{n+1}}{2(\mathbf{f}_n + \mathbf{f}_{n+1})} + \frac{3 \cdot h}{8}(\mathbf{f}_n + \mathbf{f}_{n+1}) \tag{6}$$

Як засвідчили результати аналізу похибки дискретизації методу (6) при розгляді моделі без втрат, вона виявилася у два рази меншою за похибку методу трапецій і в два рази меншою ніж похибка методу (5). При цьому знак похибки в К2Р співпадає зі знаком похибки у методі трапецій і протилежний до похибки, який дає К1Р. Таким чином, можна очікувати подальшого зменшення величини похибки дискретизації комбінації методів (5) і (6), яка приводить до різницевої комбінації третього роду (К3Р):

$$x_{n+1} = x_n + \frac{3 \cdot h \cdot \mathbf{f}_n \cdot \mathbf{f}_{n+1}}{4(\mathbf{f}_n + \mathbf{f}_{n+1})} + \frac{5 \cdot h}{16}(\mathbf{f}_n + \mathbf{f}_{n+1}) \tag{7}$$

Зауважимо, що розглядати комбінацію (6) з (4) недоцільно (хоча вона й має право на існування), оскільки (5) має в 4 рази меншу похибку дискретизації, порівняно з (4). Окрім того, знаки похибки в (4) і (6) збігаються.

Запропоновані комбінації різницевих схем побудовано таким чином, що в комбінаціях непарного роду (К1Р, К3Р) більш суттєвим є вклад другого члена в отриманих формул, порівняно з третім, а в комбінаціях парного роду (К2Р) ці вклади практично вирівнюються. Така побудова забезпечує зміну знаку похибки при отриманні нової комбінації. Отже, можна сконструювати метод другого порядку, який забезпечить з точністю до членів другого порядку малості як завгодно малу похибку дискретизації. Після арифметичного усереднення (6) і (7) приходимо до різницевої схеми четвертого роду (К4Р):

$$x_{n+1} = x_n + \frac{5 \cdot h \cdot \mathbf{f}_n \cdot \mathbf{f}_{n+1}}{8(\mathbf{f}_n + \mathbf{f}_{n+1})} + \frac{11 \cdot h}{32}(\mathbf{f}_n + \mathbf{f}_{n+1}) \tag{8}$$

Аналізуючи формули (5)–(8), на К-му кроці, застосовуючи півкроку парну комбінацію, а півкроку непарну, отримуємо різницеву схему для комбінації К-го роду (ККР):

$$x_{n+1} = x_n + \frac{a_k \cdot h \cdot \mathbf{f}_n \cdot \mathbf{f}_{n+1}}{(\mathbf{f}_n + \mathbf{f}_{n+1})} + a_{k+1} \cdot h(\mathbf{f}_n + \mathbf{f}_{n+1}), \tag{9}$$

де

$$a_k \frac{2^k - (-1)^k}{3 \cdot 2^{k-1}}; a_{k+1} = \frac{2^{k+1} + (-1)^k}{3 \cdot 2^{k+1}} \tag{10}$$

Очевидно, з ростом k величини коефіцієнтів $a_\text{К}$ і $a\text{К} + 1$ зменшуються, що приводить до зменшення похибки дискретизації. При цьому на кожному кроці величина похибки зменшується в два рази і змінює свій знак, що забезпечує можливість падавлення завад у реальних системах на задану величину.

Література. **1.** Бондаренко В.М., Герасымив И.И., Мандзий Б.А., Маранов А.В. Анализ точности и качественного соответствия дискретных моделей электрических цепей.– К., 1983. – 44 с. (Препр. НАН Украины. Ин-т электродинамики, № 307). **2.** Заяц В.М. Ускоренный поиск установившихся режимов в высокочастотных автогенераторах с длительными переходными процессами // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 1993. – № 3. – С. 26–32. **3.** Заяць В.М.Побудова комбінованих різницевих методів другого порядку // Зб. праць наук. техн. конф. «Обчислювальні методи і системи перетворення інформації», Львів, 7–8 жовтня 2011. – ФМІ НАНУ. – 2011. – С.34–36. **4.** Чуа Л.О., Пен-Мин Лин. Машинный анализ электронных схем (алгоритмы и вычислительные методы). – М.: Энергия, 1980. – 640 с.

Зеліковська С.І., Каніовська І.Ю.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Аналіз методів математичного моделювання демографічних процесів

Дані демографічних досліджень затребувані як в економічному плануванні, так і в плануванні соціальної політики, наприклад, в освіті, охороні здоров'я, спорті і т.д., що робить особливо актуальною задачу побудови науково обґрунтованих демографічних прогнозів. У вирішенні цього завдання корисним є математичне моделювання.

До перших математичних моделей населення відносяться детерміновані моделі зростання людства, насамперед це моделі лінійного, експоненціального і гіперболічного зростання [1, 2]. Слід зазначити, що дані моделі дають задовільні результати тільки на короткий період прогнозування, продовження же на більш тривалий термін не дає адекватних результатів.

Найбільш відома детермінована модель – модель стабільного населення [1, 2]. У такій моделі населення характеризується незмінними в часі віковими інтенсивностями народжуваності, смертності та віковою структурою [2]. Відомі безперервні і дискретні аналоги моделі стабільного населення. В основі неперервних моделей лежить інтегральне рівняння відтворення населення (рівняння Лотки), в основі дискретних – матрична модель (матриця Леслі).

Сучасний етап розвитку теорії стабільного населення пов'язують з узагальненням основних висновків на випадок демографічних процесів зі змінними інтенсивностями (процеси народжуваності і смертності у вигляді часових рядів, випадкових процесів).

В роботі [3] розглядаються демографічні процеси у вигляді марківських моделей у формі ланцюгів Маркова. Моделі природного руху населення досліджені в дискретному і безперервному вигляді, для них в [3] отримані основні рівняння і також запропонована стохастична модель розвитку населення з дискретним часом, що враховує випадковість як в народжуваності, так і в смертності.

В даній роботі пропонується математична модель процесу зміни демографічної ситуації у вигляді автономної немарківської системи масового обслуговування з необмеженою кількістю приладів і PH-розподілом часу обслуговування заявок. Її дослідження виконується методом асимптотичного аналізу чисельності заявок, що обслуговуються в системі у момент часу t. Знаходяться розподіл ймовірностей чисельності заявок та основні характеристики, що визначають цей розподіл. Показується можливість застосування розробленої моделі та методу до дослідження процесу зміни демографічної ситуації.

У роботі отримані асимптотики першого і другого порядків, які є аналогами добре відомих в теорії ймовірностей граничних теорем — закону великих чисел і центральної граничної теореми [3], тому умови існування асимптотик і області їх застосування аналогічні умовам цих граничних теорем, застосування яких вважається допустимим при $N>100$, у той час як в демографії чисельності N стандартних демографічних груп мають порядок 103 для регіонів і 106 для країни в цілому.

Запропонована математична модель, побудована на фазовому процесі більш адекватна реальності, ніж Пуассонівський процес народжуваності, наприклад, як в [4]. З отриманих у роботі результатів випливають відомі раніше результати по детермінованій моделі, в той же час методи, описані в роботі, дозволяють знайти другі моменти чисельності демографічних груп, що є необхідним для аналізу сценаріїв розвитку демографічної ситуації.

Література. **1.** Венецкий И.Г. Статистические методы в демографии. – М.: Статистика, 1977. – 207 с. **2.** Капица С.П. Общая теория роста человечества: сколько людей жило, живет и будет жить на Земле. – М.: Наука, 1999. – 190 с. **3.** Староверов О.В. Азы математической демографии. – М.: Наука, 1997. – 158 с. **4.** Коваленко И.Н. Теория вероятностей и математическая статистика / И.Н. Коваленко, А.А. Филиппова. – М.: Высшая школа, 1982. – 206 с.

Зинченко А.Ю.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Применение информационной технологии к исследованию нелинейной системы Чена

Основной задачей исследования нелинейных динамических систем разной природы, которые, как правило, не имеют точных аналитических решений, есть задача выявления областей хаотических, регулярных и установившихся режимов, а также закономерности перехода от одного режима к другому [1]. При этом сложность такого исследования обусловливается экспоненциальной чувствительностью к малым возмущениям, делающим невозможным предсказание состояний на временах, превышающих некоторый временной масштаб, логарифмически зависящий от неточности задания начальных условий. Результатом такого поведения системы есть то, что она, как кажется на первый взгляд, характеризуется нерегулярной хаотической динамикой своих переменных во времени, но при этом сама динамика хаотического режима системы есть полностью детерминированною и в ней можно установить ряд закономерностей и свойств, которые отличают ее от классических случайных процессов.

Использование информационных технологий для исследования как регулярных, так и хаотических режимов позволяет облегчить исследование, собрав воедино специфические численные методы, что позволяет избежать ряда проблем, связанных с точностью вычислений. Поэтому актуальной задачей является создание современной информационной технологии, интегрированной в автоматизированную систему, для исследования режимов поведения динамической системы в зависимости от параметров на основе существующих и усовершенствованных методов их исследования.

Для численного исследования нелинейных динамических систем, заданных дифференциальными уравнениями первого порядка, а также реконструкции их математических моделей по временной реализации, автором была предложена информационная технология и разработана многопоточная автоматизированная система, внедренная на кафедре математических методов системного анализа "Киевского политехнического института". В общем, было запрограммированно 19 методов. Для исследования динамических систем использованы: метод Бенеттина и др. [1] для вычисления спектра ляпуновских характеристических показателей (ЛХП), метод Ено [1] для построения сечения и отображения Пуанкаре, метод Филона [1] для построения спектральной плотности аттракторов, а также метод Рунге-Кутты с постоянным и сменным шагом численного интегрирования (с использованием корректирующей процедуры Дорманда-Принса) [1] для построения инвариантной меры и численного решения систем.

Отличительными особенностями разработанной системы является (всего было проанализировано 25 программных решений, большая часть которых любо платные с закрытым кодом, либо бесплатные без интерфейса) наличие интерфейса, математического парсера выражений, валидатора, графического редактора и то, что ни одна из проанализированных программ не может решить поставленную задачу уже на этапе построения фазопараметрических характеристик системы, а привлечение специальных пакетов прикладных программ (Matlab, Mathcad, Eviews и других) требует программирования методов решения для каждой системы в отдельности.

В данной работе исследуется финансовая система Г. Чена (Chen), предложена в 1999 г. [2]:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= z + (y - a)x, \\ \dot{y} &= 1 - by - x^2, \\ \dot{z} &= -x - cz, \end{aligned} \tag{1}$$

где параметры $a \geqslant 0$ – сохранение суммы процентной ставки, $b \geqslant 0$ – стоимость инвестиций, $c \geqslant 0$ – эластичность спроса на коммерческих рынках. Первое уравнение этой системы описывает изменение во времени процентной ставки, второе – инвестиционного спроса и третье – индекса цен.

Теорема 1. Система (1) имеет глобальный "экспоненциальный" аттрактор и положительный инвариант, причём ограниченный семейством функций Ляпунова V_λ $(\lambda > 0)$ вида

$$V_\lambda = \frac{\lambda}{2}(x^2 + y^2 + z^2).$$

Теорема 2. Если в системе (1) выполняются следующие условия

$$1 - ba - \frac{b}{c} > 0, \quad bc \neq 1, \quad b \neq 0, \quad b \neq \frac{1}{c} - c > 0, \quad c \neq 0,$$

$$c \neq -\frac{b}{2} \pm \sqrt{\frac{b^2}{4} + 1}, \quad c(b + c - \frac{1}{c})^2 + bc^2 + 2c - 2abc - 3b \neq 0,$$

то существуют непрерывные функции $a = a(\varepsilon)$ и $T = T(\varepsilon)$, зависящие от параметра ε, $a(0) = a_0$, $T(0) = -2\pi\beta^{-1}$ (где β – мнимое собственное значение линеаризованной матрицы векторного поля системы (1) в стационарной точке) и такие, что в системе (1) существуют периодические решения $x(t, \varepsilon)$ периода $T(\varepsilon)$, что влипают в точку $(0, \frac{1}{b}, 0)$ при $\varepsilon \to 0$. При этом имеет место бифуркация Пуанкаре-Андронова-Хопфа рождения предельного цикла, которая происходит при бифуркационных значениях параметра $a_0 = \frac{c^4 b + c^3 b^2 - 3b^2 c - 2c + 3b}{2c^2 b^2 - 2cb}$.

Теорема 3. Финансовая система Чена в хаотическом режиме с управлением по второй координате $k\varphi(x, y, z)$

$$\begin{aligned} \dot{x} &= z + (y - a)x, \\ \dot{y} &= 1 - by - x^2 + k\varphi(x, y, z), \\ \dot{z} &= -x - cz, \end{aligned}$$

где $y(1 + k\varphi(x, y, z)) \leqslant 0$, $\varphi(x, y, z) \in L_2 \cup L_\infty$ и $\dot{\varphi}(x, y, z) \in L_2 \cup L_\infty$ стремится к точке $(0, h, 0)$, где h есть корнем уравнения $by - k\varphi(y) - 1 = 0$, $a \geqslant 0$, $b > 0$, $c > 0$, $a + b + c > y$. При этом динамический режим стает регулярным.

Рассмотрим ведомую систему для финансовой системы Чена (1) с выбранным управлением $\mu(X, Y) = \mu(X(t) - Y(t))$. Тогда система запишется как

$$\begin{aligned} \dot{x}_2 &= z_2 + (y_2 - a)x_2 + \mu_1(x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1), \\ \dot{y}_2 &= 1 - by_2 - x_2^2 + \mu_2(x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1), \\ \dot{z}_2 &= -x_2 - cz_2 + \mu_3(x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1), \end{aligned} \tag{2}$$

Введем ошибки синхронизации $e_x = x_2 - x_1$, $e_y = y_2 - y_1$, $e_z = z_2 - z_1$ и вычтем от (2) начальную систему (1). Тогда получим систему ошибок вида

$$\begin{aligned} \dot{e}_x &= z_2 + x_2 y_2 - ax_2 + \mu_1(x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1) - z_1 + x_1 y_1 - ax_1, \\ \dot{e}_y &= 1 - by_2 - x_2^2 + \mu_2(x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1) - 2 + by_1 - x_1^2, \\ \dot{e}_z &= -x_2 - cz_2 + \mu_3(x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1) + x_1 + cz_1. \end{aligned} \tag{3}$$

Поскольку динамика хаотической системы ограничена, мы можем предположить, что $|y| \leqslant M_y$, $|x| \leqslant M_x$.

Теорема 4. Если существует такое управление, что $\mu_1 = -ke_x$, $\mu_2 = 0$, $\mu_3 = e_x(y_2 - a)$, $k \geqslant M_y - a + \frac{M_x^2}{4b} + \frac{(a - M_y)^2}{4c}$, то система (3) будет экспоненциально устойчивой, а системы (1) и (2) полностью синхронизированными.

Литература. **1.** В.Я Данилов, А.Ю. Зінченко Синергетичні методи аналізу. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – 340 с. **2.** G.Chen,T.Ueta, Yet another chaotic attractor, Int.J. Bifur. Chaos, 9(1999)1465-1466.

Касимов А.М., Изотова О.О.
Государственное предприятие "УкрНТЦ Энергосталь", Харьков, Украина

Утилизация ванадиевых соединений из золошлаков промышленной энергетики

Актуальность исследований. заключается в решении проблемных вопросов утилизации ванадиевых соединений из золошлаков (ЗШ).

Цель исследования. целью работы является совершенствование технологии обращения с ванадийсодержащими ЗШ, с получением товарного оксида ванадия.

Основная область применения ванадия (до 90 %) - черная металлургия, а именно производство сталей: конструкционных, инструментальных, строительных, пружинных (рессорных), броневых и др. Он является одновременно и легирующим, и раскисляющим элементом . Микролегирование ванадием существенно повышает уровень механических и служебных свойств стали. Содержания ванадия в сталях в количестве 0,05 - 0,30 % достаточно для использования в производстве толстостенных труб, используемых для добычи нефти на больших морских глубинах, нефтегазопроводных труб большого диаметра, горнометаллургического оборудования, изделий спецтехники [1, 2]. Исходным сырьём для производства V_2O_5 долгое время являлся ванадиевый шлак, образующийся в конвертерном производстве при переработке ванадиевого чугуна дуплекс - процессом (далее дуплекс-шлак) поставляемый Нижнетагильским металлургическим комбинатом (НТМК). С этой целью была разработана и отлажена промышленная технология гидрометаллургического передела дуплекс-шлака и создано соответствующее оборудование. С середины 1997 года, в связи с переходом НТМК на производство стали монопроцессом (ванадиевый чугун перерабатывается на сталь и ванадийсодержащий шлак в одном конвертере), возникла необходимость привлечения в качестве вторичного исходного сырья высокоизвестковых шлаков от конвертирования ванадиевого чутуна монопроцессом а также поиска альтернативного ванадиевого сырья. Крупными техногенным месторождениями ванадиевого сырья являются отходы производства прошлых лет ОАО «Ванадий-Тулачермет» (отвальные шламы содержат 2-4 % ванадия) [2] и ванадийсодержащие золошлаковые отходы (ЗШО) промышленной энергетики (табл.1). Ванадийсодержащие ЗШО образуются при использовании энергетических мазутов и некоторых видов углей [3]. Эффективное использование данного источника ванадиевого сырья требует внесения принципиальных корректировок существующего технологического процесса.

Таблица 1. Содержание ванадия в шламе Змиевской ТЭС (Украина), мг/кг

Проба	Fe	V	Cu	Ti	Mn	Cr	P	As	Cd	Ni
1	2000	490	100	105	60	15	3	27	1.8	195
2	1930	373	94	104	65	13	8	26	1.3	169
3	2011	481	85	117	78	18	5	39	1.7	156

Методика исследования и анализ результатов. авторами данной статьи разработана и исследована новая технологическая схема переработки ванадийсодержащих ЗШО, с получением товарного оксида ванадия [3, 4].

Аппаратурно–технологическая схема переработки ванадийсодержащих ЗШО включает : бункер исходного V-содержащего шлама, питатель, конвейер, бункер промежуточный, смеситель, шаровую мельницу, бункер известняка, дозаторы, сушилку, гранулятор, печь обжиговую, газоочистку, холодильник, бегуны размольно–смесительные, реактор-выщелачиватель, насосыпульповые; вакуум-фильтры, исходный сборник серной кислоты, реактор – смеситель, высокотемпературный струйный гидролизер, бункер ТОВ, дозатор уловленной пыли, печь плавильную, гранстол – холодильник, упаковочнуюашину, бункер уловленной пыли, весы технические, диафрагму паровую запорно-регулирующую с электроприводом, сборник водного

раствора.

Разработанную авторами схему можно разделить на 5 стадий.

1 Стадия. Подготовка сырья

Исходное ванадийсодержащее сырьё (шлам, пыль, твёрдые и пастообразные продукты) проходит предварительную подготовку к извлечению ванадия: измельчении ванадийсодержащего сырья в шаровой мельнице сухого помола до фракции 0,15- 0,074 мм. совместно с дозируемой окислительной добавкой. После дозирования измельчённого ванадийсодержащего сырья и известняка в соотношении 1:0,3 проходит грануляция шихты до фракции 2-10 мм.

2 Стадия. Окислительный обжиг

Далее происходит процесс окислительного обжига гранулированной шиты во вращающейся печи при температуре 650-700°С. Выделяющиеся при обжиге газы направляются на газоочистку, а обожжённая шихта - в дробилку на измельчение до фракции 0,15- 0,074 мм.

3 Стадия. Двухстадийное выщелачивание шихты

После измельчения шихта направляется на водное выщелачивание при температуре 70-90°С при Т:Ж=1:4,5 и далее на фильтрацию в вакуум фильтрах. Образовавшаяся в результате твёрдая фаза направляется на сернокислое выщелачивание при температуре 70-90°С и при Т:Ж=1:4,5 ,далее поступает на фильтрацию в вакуум фильтрах. Образовавшаяся при этом твёрдая фаза поступает в отвал или на производство строительных материалов. Далее жидкая фаза сернокислого выщелачивания смешивается с жидкой фазой водного выщелачивания до значения pH = 2,3, при необходимости проводится корректировка pH.

4 Стадия. Высокотемпературный гидролиз.

На 4 стадии полученный ванадийсодержащий раствор направляется на высокотемпературный гидролиз в дисперсных струях при температуре 105-130°С и далее на фильтрацию в вакуум фильтрах. Образовавшаяся в результате жидкая фаза после нейтрализации направляется как оборотная вода на водное выщелачивание или без нейтрализации –на кислотное выщелачивание. Использование разработанного струйного реактора - диспергатора позволяет добиться высокой скорости образования и роста твердой фазы пятиокиси ванадия в обрабатываемом растворе с обеспечением низкой остаточной концентрации пятиокиси ванадия в оборотных и сбросных растворах.

5 Стадия. Получение готового продукта ТОВ.

Образовавшаяся на 4 этапе твёрдая фаза является товарным пентаоксидом ванадия она направляется на сушку и далее на плавку в циклонной печи при температуре 650°С. Поле плавки ТОВ проходит его охлаждение и грануляция. Далее готовый продукт упаковывают и отправляют потребителю.

Выводы. Химический и минералогический состав ЗШО таков, что их правильнее считать обогащенным сырьем для получения легирующих добавок, в металлургической промышленности. В перспективе одним из основных направлений получения феррованадия может стать технология его извлечения из золы углей и зольных остатков сжигания высокосернистых мазутов.

Литература. **1.** Смирнов Л.А. Перспективы применения ванадия для легирования сталей // Тезисы докладов. VIII Всероссийская конференция “Ванадий. Химия, технология, применение”. - г. Чусовой - 2000 -162 с. **2.** Отчет о выполнении НИР по х/д 222-72ф от 26,12.97. Повышение извлечения ванадия из шлаков монопроцесса. Ч. 2. Научный руководитель д.т.н., проф. Грейвер Т.Н. // Санкт-Петербург 1998г. **3.** Касимов, А.М. Утилизация отходов электростанций, работающих на твердом и жидком топливе / А.М. Касимов, А.А. Ковалев, А.В. Поваляева // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 4/8 (46). – с. 15-20. **4.** Касимов, А.М. Ресурсосберегающая технология извлечения ванадия из золошлаковых и шламовых отвалов угольных и газомазутных ТЭС Украины / А.М. Касимов, А.А. Ковалев // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2012. - №1. – с. 112-114.

Кирилычев А.А., Ивановский Н.В., Чёрный С.Г.
Керченский государственный морской технологический университет, Керчь, Украина

Применение экспертных технологий для анализа расхода топлива в судовождении

В период глобализации интерес как к грузовым перевозкам морем, так и к проблемам судоходства только возрастает. В рамках торговых отношений грузоперевозки должны осуществляться в кратчайшие сроки, и в связи с этим возникает ряд проблем, как технического, так и экономического характера. Следует заметить, что вопрос экономической выгодности своевременной доставки и её отражении на состоянии судна. С экономической стороны, чтобы транспортировка была более выгодной необходимо учесть такие важные факторы, как стоимость и наличие возможности восполнения запаса топлива в портах захода, а также стоимость фрахта судна. Для сокращения потребления топлива на судне разрабатывается план перехода, учитывающий необходимость безопасной и кратчайшей проводки судна из одного порта в другой.

Расходы топливо конечно зависят и от условий природно-климатического характера и поэтому учитывать расход достаточно сложно. Применеие различных технологий лишь сокращает погрешность оценки, но не дает точных результаттов.

В общем случае, снижение количества потребляемого топлива при сохранении при этом разумных и безопасных скоростей доставки грузов будет лучшим решением проблемы, так как сэкономит время и топливо. Замеры топлива в танках являются не достаточно точными в условиях морского перехода, так как на результаты операции влияют качка, точность измерения используемого оборудования (мерных рулеток), наличие пены и пузырей на поверхности топлива, количество топливных танков, в которых совершается измерения. Так же при измерении следует учесть человеческий фактор, так как обычно делается несколько замеров и значение величины усредняется.

В дальнейшем процессе перед использованием топливо проходит по топливной системе, где оно очищается от примесей, то есть какая-то незначительная часть его теряется, однако, в пересчёте на сотни тонн эта часть имеет весомое значение. Для создания системы, а также для получения статистических данных о потреблении топлива главным двигателем судна, вспомогательными двигателями, а также горючего затраченного на грузовые операции большинство современных судоходных компаний установило систему отчётов. В разных компаниях они называются по-разному и включают различные данные и параметры, касающиеся перехода судна, но все они содержат информацию о топливе. Обычно это количество топлива на борту, на момент отправки отчёта, расход за сутки на ГД, расход дизельного топлива для вспомогательных установок, средняя скорость перехода и среднее значение числа оборотов ГД, преобладающее за сутки направление и скорость течения, направление и скорость ветра. Преданные данные анализируются и на их основании для каждого отдельного судна, с учётом его скоростных и манёвренных характеристик, устанавливается минимальная скорость морского перехода, которая устраивала бы как судовладельца, так и грузоотправителя. Из всего выше сказанного на сегодняшний день задача разработки новых методов нормирования топлива остается актуальной. Множество этих вопросов необходимо решать с применеием экспертной оценки. Решания должны быть обоснованы и взвешены, что будет способствовать значительному экономическому эфекту и окупаемости проета. Минимизация затрат и точное позиционирование финансовой сотавляющей компании - тенденции роста благосостояния сейчас.

Решение практических задач в современных условиях невозможно без разработки достоверных комплексных норм движения и расхода топлива. Одной из главных причин отсутствия более совершенных методов нормирования, как нам представляется, заключалась в недостаточной производительности ЭВМ и как следствие в упрощении математических моделей. Повсеместное распространение персональных ЭВМ высокой производительности обусловило

разработку новых математических моделей движения судов, которые учитывают большое число технических и эконо-мических факторов. Технические факторы можно разделить на три группы: паспортные характеристики судна, куда относятся геометрические характеристики корпуса, геометрические характеристики гребного винта (ГВ) (насадки), паспортные данные ГД; характеристики состояния комплекса корпус – двигатель – движитель, куда относятся шероховатость поверхности корпуса и ГВ, степень обрастания корпуса судна, отклонения от геометрических паспортных характеристик корпуса и ГВ в результате повреждений, время наработки двигателя и др. факторы, меняющиеся со временем; условия плавания, куда относятся глубина пути, сила ветра, стеснён-ность водного пути, температура воды, географический район плавания, ледовые условия, скорость течения и др. Экспертные оценки могут считаться достаточно надежными только при условии хорошей согласованности ответов опрашиваемых специалистов, поэтому статистическая обработка информации, полученной от экспертов, должна включать в себя оценку степени согласованности мнений экспертов, в основе которой лежит процедура выделения их однородных групп. Возможность статистической обработки экспертных оценок в значительной степени зависит от характера исследуемого явления и от наличия у экспертов соответствующей полной информациииинформации. В зависимости от этого, рассматривается набор факторов реагентов: эксперты не имеют никакой информации о функции распределения вероятностей событий; эксперты могут частично упорядочить вероятностивозможных событий; экспертам известны границы, в пределах которых могут пребывать вероятности событий; эксперты могут устанавливать вид распределения; эксперты могут устанавливать приоритетность или важность функциональности групп или факторов, основываясь на прецендентах.

К экономическим факторам можно отнести время прибытия, цену то-плива, фрахтовую ставку и др. Необходимость учёта всех вышеперечисленных факторов и есть ос-новное требование к расчёту норм времени следования и норм расхода топлива. Поскольку ряд факторов меняется со временем, то необходим метод пересчёта норм с учётом изменившихся условий. Для разработки многофакторного метода расчёта топлива требуется привлечение результатов исследований по гидромеханике судна и теории двигателей внутреннего сгорания. Основная здесь задача - компенсировать неизбежные погрешности при расчёте сопротивления корпуса, гидродинамических характеристик движителя и часового расхода топлива главных двигателей и получить достаточно точный итоговый расчёт. Данную задачу, на наш взгляд, целесообразно решать с применением теории нейронных сетей.

Процесс расчёта норм времени следования может быть осуществлён только на основании некоторого критерия, например, минимума расхода топлива, максимума прибыли и др. Для обоснования и расчёта норм времени следования должны быть построены специальные экономические модели. Проблемы при построении экономических моделей, как правило, заключаются в исследовании непротиворечивости и адекватности модели, указании существования решения и разработке экономичного способа решения. Здесь используются результаты теории экстремальных задач и методы нелинейного программирования. Так же можно прибегнуть моделям коллективного экспертного оценива-ния. Рассмотрим основные методы решения задач на основе коллективных решений [1]: 1. Принцип или парадокс Кондорсе. 2. Метод Борда. 3. Аксиомы Эрроу. 4. Правило большинства. 5. Бинарные отношения и расстояние Кемени. 6. Методы компенсации. 7. Метод ELECTRE. 8. Человеко-компьютерные методы принятия решений. 9. Метод Делфи.

Литература. 1. А.А. Кирилычев. Математические аспекты решения задач нормирования ходового времни и расхода топлива морского судна / Кирилычев А.А., Ивановский Н.В., Голиков С.П., Куценко Д.Г., Зеленцов В.А. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 6/3 (60). – С. 28-32.

Киричок Т.Ю.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ВПІ, Київ, Україна

Вирішення багатокритеріальних задач розвитку банкнотного виробництва

Прийняття рішення щодо реалізації проектів модернізації виробничого процесу є багатокритеріальною задачею, вирішення якої доцільне на основі підходів BOCR (Benefits – Opportunities – Costs – Risks) - аналізу. В роботі подано класифікацію ситуацій зміни технологічних процесів виробництва цінних паперів та документів суворого обліку, зокрема банкнотного виробництва, з точки зору необхідності врахування під час прийняття рішень 1) вигод, 2) вигод – втрат, 3) вигод – втрат – ризиків, 4) вигод – можливостей – втрат – ризиків. До останнього класу задач належать ситуації зміни технологічних процесів банкнотного виробництва, котрі мають не лише економічні та технологічні, але й соціальні, політичні наслідки, а також впливають на державну безпеку. Прикладами подібних задач для банкнотного виробництва є зміна основи банкноти (паперу на пластик), введення нових технологічних процесів (використання двостороннього інтагліодруку замість одностороннього для української гривні), доцільність використання традиційних процесів (орловський офсет) тощо.

Оцінка співвідношення пріоритетів альтернативних проектів відносно глобальних цілей (вигод – можливостей – втрат – ризиків) можлива за допомогою MAI як шляхом побудови окремих ієрархій для вигод, можливостей, втрат та ризиків з наступною мультиплікативною згорткою глобальних пріоритетів альтернатив за всіма ієрархіями, так і шляхом формування єдиної ієрархії, де другим рівнем будуть вигоди, можливості, втрати та ризики, а їх критерії – підрівнями. Останній варіант доцільно застосовувати за умови різної ваги вигод, можливостей, втрат та ризиків, що в подальшому враховується під час формування згорток глобальних пріоритетів альтернатив.

В роботі вирішено багатокритеріальну задачу щодо доцільності застосування орловського офсетного друку для виготовлення української гривні. Орловський друк - різновид офсетного друку, спосіб отримання багатоколірних зображень (ліній, гільйошів тощо) з єдиної друкарської форми. Для орловського друку, котрий не використовується в комерційній поліграфії, необхідне складне високоточне обладнання з обмеженим доступом. В сформованих ієрархіях для вигод, можливостей, втрат та ризиків, побудованих в результаті декомпозиції проблеми, альтернативами, котрі досліджуються (останній рівень ієрархій), є використання технології орловського офсетного друку, використання технології звичайного офсетного друку з імітацією орловського друку (різкого переходу кольорів багатоколірних гільйошів) та використання технології звичайного комерційного офсетного друку без імітації орловського друку. Глобальною метою є, відповідно, вигоди, можливості, втрати та ризики від використання альтернативних технологій. Другим рівнем ієрархій є критерії вигод, можливостей, втрат та ризиків. Так, до критеріїв вигод доцільно віднести надійність автентифікації відбитків, їх естетичну прийнятність для населення, низькі витрати на обладнання та матеріали, традиційність технології, а також те, чи є альтернативний варіант технології складовою комплексного рішення постачальника. До критеріїв можливостей віднесено стійкість до несанкціонованого копіювання, високий рівень поліграфічного захисту, обмеження доступу до технології та обладнання, відсутність монополізації постачання. До критеріїв втрат належать неможливість автентифікації неозброєним оком, погіршення дизайну, високі витрати на обладнання та матеріали. Критеріями ризиків є можливість несанкціонованого копіювання, зменшення рівня поліграфічного захисту, монопольність постачання обладнання та матеріалів та доступність технології й обладнання.

За критерієм максимальності відношення вигод та можливостей до втрат та ризиків, визначеним в результаті мультиплікативної згортки глобальних пріоритетів альтернатив за всіма ієрархіями, технологія орловського офсету значно переважає інші альтернативи, що підтверджує доцільність її використання для виготовлення української гривні.

Кисельова О.Г., Євтушенко Ю.М.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Ентропійні методи аналізу фізіологічних часових рядів

Ентропійні методи є потужним інструментом для аналізу часових рядів, оскільки вони дозволяють описати ймовірність розподілу можливих станів системи та інформацію, що закодована в цих станах. Методи оцінки ентропії системи, яка представлена часовими рядами не дуже добре підходять для аналізу коротких і зашумлених даних, що часто зустрічаються в серцево-судинних та інших біологічних дослідженнях. Традиційні ентропійні методи широко використовується для аналізу сигналів варіабельності серцевого ритму у клінічних дослідженнях серцево-судинних захворювань. Але, традиційні заходи ентропії мають низьку статистичну стійкость. Метою даного дослідження є впровадження нових методів оцінки ентропії для підвищення статистичної стійкості і визначення найбільш відповідного методу для аналізу біологічних сигналів.

Для вирішення проблеми коротких і зашумлених даних у фізіологічних сигналах у роботі [1] була запропонована ентропія наближення або approximate entropy (Apen) як оцінка складності, яку можна застосовувати до зашумлених, середньорозмірних наборів даних. Результати обчислень Apen дають суперечливі результати, оскільки є велика залежність від довжини даних. У своєму дослідженні, Richman і Moorman [2] запропонували інший метод, так звану sample entropy (SampEn), щоб зменшити невідповідність, викликану врахуванням співпадінь елементів даних самих з собою. SampEn демонструє меншу залежность від довжини даних.

Традиційні алгоритми показали вищу складність для деяких патологічних процесів, ніж для здорової динаміки. У роботі [3] вводиться метод для розрахунку багатомасштабної ентропії (MSE) для складних часових рядів. MSE метод показує, що корельовані випадкові сигнали є більш складними, ніж некорельовані випадкові сигнали (білий шум). Було з'ясовано, що MSE чітко відокремлює здорову і патологічну групи і послідовно дає більш високі значення для моделювання далекомасштабних корельованих шумів в порівнянні з некорельованим шумом.

Розрахунки зазвичай вимагають дуже довгих наборів даних, які може бути важко або неможливо отримати. У роботі [4] складність параметрів для часових рядів грунтується на порівнянні сусідніх значень. Ідея розрахунку ентропії базується на перестановках патернів (перестановки визначаються порядком відносин між значеннями часових рядів). Цей метод отримав назву Permutation Entropy (PE). Перевагами даного методу є його простота, надзвичайно швидкий розрахунок, стійкість та інваріантність по відношенню до нелінійних монотонних перетворень. Значення PE було обчисленно для випадково згенерованого сигналу в межах можливих значень RR-інтервалів та для значень RR-інтервалів, отриманих протягом доби спостережень за пацієнтом. Для 3-го порядку із зсувом 1 PE=3.178 для випадкового сигналу та PE=1.8133 для значень RR-інтервалів. Що свідчить про наявність певної закономірності у другому випадку.

Ентропійні методи аналізу часових рядів є одними з найпопулярніших і перспективних методів оцінки складності для біологічних сигналів. На сьогодні існує дуже багато різних видів ентропійних оцінок. Ентропії різних видів можуть характеризувати такі біологічні динамічні системи, як мережі взаємодії білків, клітин, нейронів чи органів (наприклад, серця чи мозку), всі складні динамічні системи з невизначеністю, незалежно від їх відносного розміру.

Література. **1.** Pincus SM. Approximate entropy as a measure of system complexity. Proc Natl Acad Sci USA. Vol.88, pp. 2297-2301, March 1991. **2.** Richman JS, Moorman JR. Physiological time-series analysis using approximate and sample entropy. American Journal of Physiology: Heart and Circulatory Physiology. Vol.278(6), pp. 2039–49, 2000. **3.** Costa M., Goldberger A.L., Peng C.-K. Multiscale entropy analysis of physiologic time series. Phys Rev Lett. Vol.89(6), 062102, Aug 2002: http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.89.068102 **4.** Bandt C, Pompe B. Permutation entropy: a natural complexity measure for time series. Physical Review Letters. Vol. 88(17), 174102, Apr 2002.

Козуля Т.В., Ємельянова Д.І.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна

Використання MI-чисел при формуванні комплексної оцінки екологічності виробництва і природно-техногенних комплексів

Актуальність дослідження. полягає у формуванні складової комплексної екологічної оцінки природно-техногенних комплексів (ПТК), пов'язаної з визначенням рівня екологічності діючого на території дослідження виробництва і подальшого економічного розвитку відповідно до вимог забезпечення стабільності екологічної безпеки і зменшення навантаження на навколишнє природне середовище (НПС).

Метою дослідження. є формування математичної моделі оцінки екологічності виробництва на основі MIPS- аналізу та MI- індикаторів за умови комплексного підходу з забезпечення екологічної безпеки ПТК. Для цього досліджені такі питання:

1. встановлення MI-індексів з урахуванням природної цінності ресурсів і пов'язаних з цим порушень екологічної безпеки;
2. формування моделі розрахунку рівня екологічності виробництва як складової методології комплексної оцінки екологічної безпеки ПТК.

Методика дослідження і аналіз результатів. Методологія комплексної оцінки екологічності. полягає в удосконаленні інформаційно-екологічної складової моніторингу НПС на рівні територіально-об'єктового угрупування, наданого у вигляді моделі ПТК з усвідомлення еколого-соціально-економічної інформації й отримання екологічних знань для пошуку балансу між інтересами систем і загальною екологічною змістовністю об'єкта дослідження на основі визначеного взаємозв'язку між станом і процесами внутрішньої самоорганізації і зовнішнього зв'язку з навколишнім середовищем відповідно до правил системного гомеостазу. Оцінка споживання природних ресурсів і ресурсомісткості продукції є складовою визначення навантаження на НПС [1, 2]. Відповідно до теорії екологічного менеджменту така оцінка здійснюється в межах MIPS- аналізу на основі MI-індексів, що є показником пи-томої ресурсомісткості виробництва продукції:

$$R_{np} = \frac{R_n}{Q}, \tag{1}$$

де R_{np} – питоме споживання даного виду природного ресурсу на одиницю готової продукції; R_n – витрата даного виду ресурсів на виробництво продукції (г, кг, т, м^3); Q– обсяг валової продукції (т, шт., м, м^3) чи продуктивність техногенної складової ПТК.

Для визначення змістовності MI-індексів як оцінки «екологічної вартості» готового продукту і подальшого їх узгодження з характеристикою порушень природної якості на рівні ПТК запропоновано використання таких індикаторів природокористування:

1. Показник екологічності процесу (L) - величина шкідливих впливів на НПС в розрахунку на одиницю корисної продукції чи послуги, що надається на основі даного процесу:

$$L = \frac{P_B}{Q}, \tag{2}$$

де P_B - кількість природних ресурсів, які використовуються для виробництва одиниці продукції, Q – вартість готової продукції.

Величина P_B дозволяє врахувати специфічні умови забезпечення виробництва і екологічність одержаної продукції у вигляді зафіксованих констант (MI-індексів) природоємно-сті ресурсів відповідно до його збитковості для природних комплексів при використанні ре-сурсів, встановлюючи екологічну їх цінність з урахуванням обсягів вилучення, стійкість і наслідки техногенного навантаження територій природокористування у вигляді змін природного стану екосистем, що дозволяє у подальшому фіксувати це як ентропійний здвиг ΔS:

$$MI_S = \frac{\Delta S}{Q} \text{ чи} MI_S = \frac{\Delta S}{\Delta Q} \tag{3}$$

2. Коефіцієнт екологічності об'єкта (ε_n) визначається як відношення «умов збереження природного середовища» від виготовлення продукції (подібно до чистого корисного ефекту ($Q-P_B$)) до кількості витрачених природних ресурсів (R_n) з урахуванням ресурсозабез-печення (1) і (2) та сталого природокористування виробництва (3):

$$\varepsilon_n = \frac{Q - P_B}{R_n} = \frac{1 - L}{R_{np}} = \frac{1 - MI_S}{R_{np}}. \quad (4)$$

Вилучення ресурсів, вплив виготовлення і споживання продукції на природні об'єкти є складовими комплексного аналізу екологічної ефективності виробництва продукції (рис. 1).

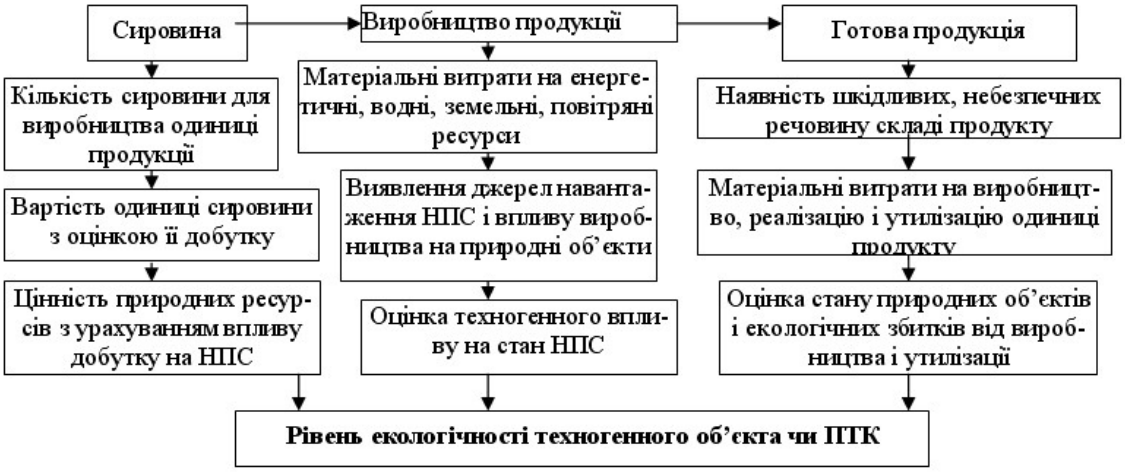


Рис. 1. Складові навантаження НПС при виробництві продукції

Таким чином, екологічна цінність отриманої продукції за вирахуванням збитку від впливу на НПС перевищує цінність виготовленої продукції, якщо коефіцієнт (ε_n)> 1. Об'єкти, для яких умова не виконується, (ε_n)<1 слід розглядати як екологічно неефективні, оскільки чиста віддача від природних ресурсів, що використовуються не перевищує їх цінності.

Висновки. 1. Оцінка екологічних збитків для НПС від виробництва продукції з метою забезпечення життєдіяльності населення потребує розробки системної методики врахування навантаження на природні об'єкти, яка б забезпечувала характеристику екологічних збитків протягом всього життєвого циклу продукції (умови (1) і (2)). З цією метою запропоновано за-провадити узагальнену функцію порушення НПС для кожної складової комплексної оцінки екологічності на рівні виробництва і ПТК у вигляді ентропійної оцінки MI-індексів (3). 2 Екологічність техногенного об'єкта дослідження і ПТК запропоновано визначати за умов дотримання гомеостазу для всіх об'єктів НПС з урахуванням складових показників екологічної безпеки: економічного – максимізація ефективності виробництва і мінімізація потоку із системи, тобто викидів, скидів, утворення відходів; соціального – максимізація до економічно можливого значення величини суспільного здоров'я людини; екологічного – ма-ксимізація біологічної продуктивності екосистем і мінімізація порушень гомеостазу.

Література. **1.** Риттхофф М., Рон Х., Мертен Т. Вычисления MIPS: ресурсная продуктивность продукции и услуг // Основы теории эко-эффективности / Под науч. ред. О.Сергиенко, Х. Рона. – СПб, 2004. **2.** Сергиенко О. Основы теории эко-эффективности: монография / О. Сергиенко, Х. Рон. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2004. – 223 с.

Коляда Ю.В., Кравченко Т.В., Трохановський В.І.
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, Київ, Україна

Числове моделювання траєкторій економічного розвитку об'єкта господарювання

Синергетична модель стійкості середньої за величиною фірми [1] за допомогою заміни змінних: $Y_3 = \frac{\lambda\mu}{\alpha}x$; $Y_2 = \frac{\lambda\mu}{\alpha}y$; $Y_1 = \frac{\mu}{\beta}z$; $dt = \frac{d\tau}{\mu}$ записується у безрозмірному вигляді:

$$\dot{x} = \frac{\delta}{\mu}y - \frac{\lambda}{\mu}x, \qquad \dot{y} = y + x - xz, \qquad \dot{z} = -\frac{\gamma}{\mu}z + \frac{\lambda^2\beta}{\alpha}yx \tag{1}$$

для простору економічних подій з координатами "число працівників Y_1 – обсяг власного капіталу Y_2 – кредит Y_3".

Нелінійна система (1) звичайних диференційних рівнянь першого порядку своєю структурою і складом нагадує знамениту синергетичну модель Лоренца, але мають місце принципові відмінності, а саме: а) коефіцієнти біля змінних правої частини першого рівняння не співпадають; б) у другому рівнянні відсутній керуючий параметр; в) біля нелінійного доданку третього рівняння присутній числовий коефіцієнт.

У літературі відоме досить широке коло застосувань класичної моделі Лоренца, її численні дослідження [2]. Саме на прикладі вивчення ортодоксальної моделі Лоренца з'явилось поняття дивного або хаотичного атрактора, причому рушійним фактором різноманітної поведінки розв'язків виступає керуючий параметр r, тобто другий доданок другого рівняння системи (1) має вигляд rx. Спектр використання моделі Лоренца у даному разі розширюється, оскільки зазначеною системою диференційних рівнянь (1) описується нелінійна динаміка економічного розвитку будь-якого об'єкта господарювання (фірми, регіону тощо; на мікро- або макрорівні, що зумовлюється вибором координат економічного простору подій).

В даних тезах привертається увага до того факту, що багато відомого на прикладі класичної моделі Лоренца отримується на підґрунті системи рівнянь (1), причому у якості керуючих параметрів виступають інші коефіцієнти, що стоять не лише біля лінійних членів. Відповідно, були отримані деякі результати обчислювального експерименту при значеннях: $\alpha = 5$; $\mu = 2,1$; $\gamma = 1$; $\beta = 8$; $\delta = 0,6$ та λ, який описує умови кредитування. Скалярний коефіцієнт λ змінювався від 1 до 7 (з-за умови сталості усіх інших коефіцієнтів) на проміжку $t\,[0;30]$ та заданими початковими умовами $Y\,[1,2;2;1]^T$.

Результати обчислювального експерименту показали, що чим більший коефіцієнт λ тим краще, а саме:

- для $\lambda = 1$ спостерігається практично постійний штат працюючих, але усталені коливання обсягів власного капіталу і запозиченого;
- для $\lambda = 7$ спостерігається інша поведінка кривої кредитів (менш критична), фазові криві мають багато точок самоперетину (відходять від стану детермінованого хаосу).

Отже, в тезах досліджувався вплив початкових умов (чи варто брати кредит і якого обсягу) на результати моделювання. Комп'ютерне моделювання здійснювалося з використанням числових методів інтегрування жорстких рівнянь. Всесторонньому і глибокому кількісному аналізі діяльності об'єкта господарювання передувало якісне дослідження [3] математичної моделі (1).

Література. **1.** Синергетическая модель устойчивости средней фирмы / В.И. Шаповалов, В.Ф. Каблов, В.А. Башмаков, В.Е. Авакумов // Синергетика и проблемы теории управления; [под ред. А.А. Колесникова]. – М.: Физматлит, 2004 – с. 454-464. **2.** Магницкий Н. А. Новые методы хаотической динамики / Н. А. Магницкий, С. В. Сидоров, Ин-т системного анализа Рос. акад. наук . – М. : Эдиториал УРСС, 2004 . – 320 с. - ISBN 5-354-00655-4. **3.** Коляда Ю.В. Адаптивна парадигма моделювання економічної динаміки: монографія/ Ю.В. Коляда. – К.: КНЕУ, 2011. – 297с. – ISBN 978-966-483-475-6.

Коряшкина Л.С., Зайченко О.В., Правдивый А.В.
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Днепропетровск, Украина

Нелинейные динамические задачи оптимального разбиения множеств и их приложения

В работе представлены математические формулировки нелинейных динамических задач оптимального разбиения континуальных множеств (ОРМ), в которых функции, описывающие состояние системы, меняются так, что скорость их изменения в каждой точке рассматриваемого множества Ω зависит от принадлежности этой точки к определенному подмножеству Ω_i множества Ω. Задача состоит в отыскании разбиения множества Ω на N подмножеств $\Omega_1, ..., \Omega_N$, обеспечивающего минимальное значение некоторого критерия качества.Нелинейность задач связана, прежде всего, с видом функционала (например, это может быть среднеквадратическое отклонение изменяющегося во времени состояния системы от желаемого, или функционал, содержащий функции модуля, максимума и другие). Кроме того, нелинейной может быть и дифференциальная связь.

Показано, что в случае, когда дифференциальное уравнение, описывающее изменение состояния системы, линейно, и решение задачи Коши можно записать в аналитическом виде, удается совершить переход от исходной нелинейной динамической задачи ОРМ с квадратичным функционалом к линейной непрерывной задаче ОРМ и решить последнюю соответствующим методом [1]. При этом характеристические функции, соответствующие оптимальному разбиению множества Ω, удается получить в аналитическом виде. Если же дифференциальное уравнение нелинейно и аналитическое представление решения задачи Коши громоздко или вообще невозможно, то для решения исходной динамической задачи оптимального разбиения множества предложен и теоретически обоснован подход,состоящий в сведении исходной бесконечномерной задачи оптимизации к задаче минимизации негладкой функции, зависящей от конечного числа параметров, для численного решения которой применяются современные методы недифференцируемой оптимизации. В этом случае характеристические функции подмножеств, составляющих оптимальное разбиение множества Ω, удается получить лишь в форме операторного уравнения. Для решения динамической задачи ОРМ с недифференцируемым функционалом применяется метод последовательной линеаризации Р.П. Федоренко.

Рассматриваемые динамические задачи оптимального разбиения множеств могут служить математическими моделями некоторых обратных задач для дифференциальных уравнений с переключаемой правой частью, т.е. таких задач, в которых состояние некоторого процесса или объекта изменяется во времени, причем поведение исследуемого объекта описывается обыкновенным дифференциальным уравнением или системой уравнений с разрывной правой частью. К таким задачам относятся задачи идентификации «многозонных» или «многостадийных» моделей динамики, состоящие в определении по некоторой входной апостериорной информации неизвестных границ между зонами функционирования того или иного объекта, так, что в пределах одной зоны динамический режим объекта может быть описан линейным дифференциальным уравнением (в общем случае векторным) [2]. Неизвестными в задаче также могут быть и некоторые коэффициенты дифференциального оператора. Тогда задача сводится к так называемой нелинейной динамической задаче ОРМ с размещением «центров» подмножеств. Как и многие обратные задачи, возникающие при обработке экспериментов, рассматриваемые задачи, характеризуются некорректностью постановки. В связи с этим проведен дополнительный анализ вопросов, связанных с существованием и единственностью решения таких задач, а также непрерывной зависимостью решения от начальных данных.

Литература. **1.** Киселева Е.М., Шор Н.З. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы, приложения: Монография. – К., 2005. – 564 с. **2.** Кісельова О.М., Коряшкіна Л.С., Правдивий О.В. Ідентифікація динамічної системи з декількома режимами функціонування // Питання прикладної математики і математичного моделювання. - Д.: ДНУ, 2011. - С 143-152.

Костюкович С.Н., Кравец О.А., Марков С.В.
Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Моделирование, оптимизация и реализация логистических бизнес-процессов в SAP ERP. Опыт преподавания в БГУ учебного курса "Логистическая цепочка поставок" по программе университетского альянса SAP

Под логистикой понимают координацию материальных, информационных и финансовых потоков для достижения корпоративных целей. Взаимодействие двух и более элементов потока образует логистическую цепочку поставок, представляющую единую технологию товародвижения с соответствующим информационным и финансовым обеспечением. Будем считать, что логистическую сеть предприятия образует совокупность следующих бизнес-процессов: стратегическое планирование, планирование спроса, планирование поставок, заготовка, производство, складирование, выполнение заказов, транспортировка [2–6]. В современном мире конкурируют не отдельные предприятия, а цепочки создания стоимости, включающие в числе прочего бизнес-процессы компаний-партнеров.

Управление цепями поставок (SCM) – планирование и контроль ключевых бизнес-процессов (от продаж конечным покупателям до поставок сырья и материалов), которые соединяют партнеров в единую цепочку, добавляют ценность для потребителей и удовлетворяют их потребности [2–6]. По данным крупнейших аналитических компаний (AMR Research, Forrester Research) [5] при внедрении интегрированной логистики и SCM компании получают следующие конкурентные преимущества:

- уменьшение стоимости и времени обработки заказа от 20 до 40%;
- сокращение времени выхода на рынок от 15 до 30%;
- сокращение затрат на закупки от 5 до 15%;
- уменьшение складских запасов от 20 до 40%;
- сокращение производственных затрат от 5 до 15%;
- увеличение прибыли от 5 до 15%.

Программные SCM-приложения присутствуют в составе надстроек наиболее известных корпоративных информационных систем, в частности ERP II / CSRP / APS-классов, поддерживая доставку необходимого товара и сервиса в нужное место, точно в срок и с оптимальными логистическими издержками.

В данной работе в отличие от транзакционного подхода [6] строится математическая модель оптимизации управления интегрированными цепями поставок, которая относится к классу больших специальных задач линейного программирования с вложенной сетевой структурой ограничений. Для ее решения предлагается комбинированный подход, доказавший свою эффективность в серии численных экспериментов [7].

Важным элементом рассматриваемой выше системы оптимизационных задач управления цепями поставок (SCM) являются динамические транспортные задачи [1], которые позволяют учитывать фактор времени. В данной работе дополнительно вводится понятие запаздывания в перевозках между вершинами i и j, $i, j \epsilon I$. Здесь h_ij – время, необходимое на перевозку продукта из узла i в узел j (запаздывание по сравнению с классическим случаем).

На нестационарной сети $S = \{I, U(t)\}$, изменяющей свои характеристики в дискретные моменты времени $t \epsilon T = \{0, 1, ..., t_1 - 1\}$, рассмотрим следующую динамическую транспортную задачу с запаздыванием:

$$f(x) = \sum_{t \epsilon T} \Big(\sum_{\substack{(i,j) \epsilon U(t) \\ t + h_{ij} \leqslant t_1 - 1}} c_{ij}(t) x_{ij}(t) + \sum_{i \epsilon I} c_i(t+1) x_i(t+1) \Big) \to \min$$

$$x_i(t+1) = x_i(t) \; - \sum_{\substack{j \epsilon I_i^+(U(t)) \\ t + h_{ij} \leqslant t_1 - 1}} x_{ij}(t) \; - \sum_{\substack{j \epsilon I_i^-(U(t)) \\ t \geqslant h_{ji}}} x_{ji}(t - h_{ji}) + a_i(t) \qquad (1)$$

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

$$0 \leqslant x_i(t+1) \leqslant d_i(t+1), x_i(0) = 0, t \epsilon T,\ x_{ij}(-t) = 0, h_{ij} \leqslant t \leqslant 0, 0 \leqslant x_{ij}(t) \leqslant d_{ij}(t), t \epsilon T,$$
$$I_i^+(U(t)) = \{j \epsilon I : (i,j) \epsilon U(t)\},\ I_i^-(U(t)) = \{j \epsilon I : (j,i) \epsilon U(t)\}$$

Для решения задачи (1) предлагаются прямой опорный и адаптивный методы, основанные на понятии опоры [1, 7]. В ходе работы выполнена программная реализация данных методов, их апробация на больших задачах, а также сравнительный анализ применимости методов в зависимости от входных параметров.

Реализация в SAP ERP. Рассмотрим далее логистические бизнес-процессы цепочки поставок в среде SAP ERP от заказа продукции до получения платежа клиента и связанные с этим аспекты планирования [3–6]. Следует подчеркнуть большое значение интеграции в SAP между различными модулями логистики и финансами, а именно: сбытом SD (Sales Distribution), управлением материалами MM (Materials Management), управлением производства PP (Production Planning and Control) и финансами FI (Finance).

В SAP ERP выполнение цикла обработки входящего заказа включает планирование потребно-сти в материалах, выполнение производственного заказа, заказ на поставку, отпуск продукции со склада, обработку платежа клиента и фактурирование. Предполагается, что заказ не может быть выполнен за счет складских запасов. Поэтому недостающее количество материалов необходимо заказать у поставщиков. Используя основные данные, введенные ранее, формируем заказ для выбранного клиента с указанием заказчика, номера заказа на поставку и количества. Нужно отметить, что в системе SAP существует возможность учета гибкой системы скидок. Далее осуществляем планирование потребности в материалах, используя соответствующую транзакцию. Дальнейшие действия заключаются в следующем:

- анализ текущей ситуации планирования потребности в материалах (размер заказа должен точно соответствовать разнице между доступным запасом на складе и требованиями заказа клиента);
- создание производственного заказа для изделия и его составляющих;
- создание заказов на закупку компонентов;
- ввод поступлений материала по заказу на поставку.

Завершающими бизнес-процессами логистической цепочки являются:

отгрузка и транспортировка, комплектование, создание транспортного заказа, фактурирование, проводка входящего платежа.

Оптимизация управления логистическими бизнес-процессами и их эффективная реализация в SAP ERP позволяет значительно повысить эффективность деятельности современных предприятий и добиться увеличения их конкурентных преимуществ.

Литература. **1.** Габасов Р. Конструктивные методы оптимизации / Р. Габасов, Ф.М. Кириллова, А.И. Тятюшкин. – Минск, изд-во «Университетское», 1978. **2.** Гаррисон А., Ван Гок Р. Логистика. Стратегия управления и конкурирования через цепочки поставок: Учебник. Пер. с 3-го англ. изд. – М.: Дело и сервис, 2010. **3.** Дыбская В.В., Зайцев Е.И., Сергеев В.И., Стерлигова А.Н. Логистика. Интеграция и опти-мизация логистических бизнес-процессов в цепях поставок: Учебник. – М.: Эксмо, 2009. **4.** Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок. Пер. с англ. – СПб: Питер, 2006. **5.** Управление цепями поставок: Справочник изд-ва Gower под ред. Гатторны Дж. Пер. с 5-го англ. изд. – М.: ИНФРА-М, 2010. – XXXIV. **6.** Dickersbach J.T., Knolmayer G., Zeier P. Mertens A. Supply Chain Management Based on SAP Systems. – Berlin: Springer-Verlag, 2009. **7.** Markov S.V., Makevich P.V. New combined method for linear programming problem solving // Generalized Solutions in Control Problems. Proceedings of the IFAC Workshop GSCP-04 and satellite events. – Pereslavl-Zalessky, Russia, September 21-29, 2004, 3 pp.

Кузнєцов В.П. *— рецензент Тимощук О.Л.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Прогнозування об'єму страхових виплат за допомогою моделі Хольта-Уінтерса

Страховий ринок розвивається стрімкими темпами. Одним з важливих елементів провадження страхової діяльності є контроль та планування. Кожен з цих процесів неодмінно пов'язаний з прогнозуванням. Прогнозувати необхідно майже всі основні показники страхової діяльності – суми страхових виплат, резерви незароблених премій тощо. На основі прогнозів можна, наприклад, підтвердити або спростувати доцільність зміни коригуючих коефіцієнтів, що визначають вартість полісу. При цьому деякі показники проявляють сезонний характер коливань значень.

На основі вхідних даних по показнику страхового ринку, представлених значеннями показника за певний проміжок часу, будується модель часового ряду, а також прогноз майбутніх значень показника. Було розглянуто модель аналізу часових рядів Хольта-Уінтерса:

$$T_t = \beta(\Omega_t - \Omega_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1},$$
$$\Omega_t = \alpha T_t S_{t-s} + (1+\alpha)(\Omega_{t-1} - T_{t-1}),$$
$$S_t = \gamma Y_t \Omega_t + (1-\gamma)S_{t-s},$$
$$Y_{t+p} = (\Omega_{t+p} T_t) S_{t-s+p},$$

де Y_t - ряд спостережень, p - довжина прогнозу, s - період сезонності, S_t - сезонний профіль, T_t - параметр тренда, Ω_t - згладжена компонента, враховуючи тренд і сезонність. Параметри моделі - $\alpha, \beta, \gamma \in (0,1)$.

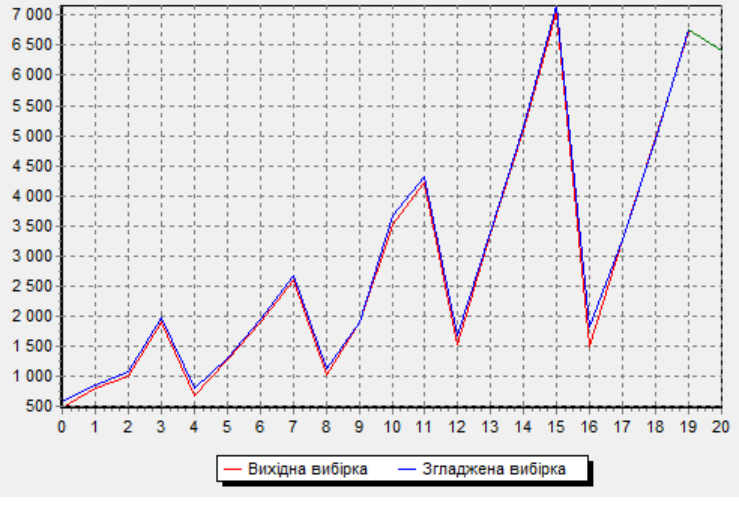


Рис. 1. Результати роботи моделі Хольта-Уінтерса для прогнозування показника страхових виплат

Дану модель застосовано до показника страхових виплат, представленого поквартальними значеннями з 2007 по 2012 рік. На Рисунку 1 наведено графічні результати роботи моделі Хольта-Уінтерса. Невелика середня абсолютна відносна похибка (8%) дає можливість говорити про практичне застосування моделі.

Література. **1.** Грабовецкий Б.Є. Основи економічного прогнозування: навч. посіб. – Вінниця, - ВФ ТАНГ, 2000.- 150с. **2.** Кравчук Г.В. Виявлення сезонних і циклічних складових розвитку страхового ринку України. [Електронний ресурс]. - URL: http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/pprbsu/2010_28/10_28_33.pdf.

Кузнєцова Н.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Аналіз і оцінювання інформаційних ризиків

Сьогодні, коли у світі все швидше розвиваються сучасні технології, найважливішим і найкоштовнішим ресурсом стає інформація. Отримання оперативно і вчасно коректної й повної інформації стає найголовнішою метою підприємств і організацій, незалежно від сфери їхньої діяльності. Роль і місце на ринку компаній та підприємств визначається натепер вмінням захистити свою технологічну, ділову і комерційну інформацію, не дати здійснити інформаційний вплив на споживачів продукції та послуг.

Означення. Інформаційні ризики — це небезпека витоку, руйнування та втрати необхідної для діяльності суб'єкта інформації, використання ним необ'єктивної інформації, відсутності необхідної для прийняття правильних рішень інформації, а також поширення в інформаційному середовищі невигідної, негативної чи небезпечної для суб'єкта інформації, що може завдати йому збитків, матеріальної або моральної шоди.

Інформаційні ризики за своїм походженням поділяються на три категорії:

- ризики, пов'язані з втратою (витоком, руйнуванням, знищенням) інформації. Особливо небезпечним є ризик втрати такої важливої, наприклад для банку і його клієнтів інформації, яка є банківською таємницею, або іншої інформації з обмеженим доступом;
- ризики, пов'язані з формуванням інформаційного ресурсу (використання неповної, неправдивої інформації, відсутність необхідної інформації, дезінформація);
- ризики, пов'язані з інформаційним впливом на діяльність підприємств та банків (поширення неправдивої та негативної інформації, інформаційно-психологічний вплив на працівників, клієнтів та акціонерів, інформаційний тероризм).

Управління інформаційними ризиками передбачає виявлення умов, за яких такі ризики можуть бути мінімальними, суттєвими або значними. Мінімізація інформаційних ризиків передбачає вжиття заходів, спрямованих на зниження ймовірності негативного впливу ризиків, їх уникнення або зменшення величини ризиків. Одним із напрямів мінімізації інформаційних ризиків у разі, коли неможливо їх уникнути, може бути розподіл їх вартості у часі з тим, щоб зменшити одночасний тиск ризику у певні моменти діяльності суб'єкта чи здійснення ним певної операції. Найпоширенішим варіантом мінімізації інформаційних ризиків є передача їх іншому суб'єкту, передусім — шляхом страхування ризиків.

Оскільки в банках зосереджено доволі значні обсяги інформації з обмеженим доступом (банківська, комерційна таємниці, конфіденційна інформація), а вони самі є єдиними серед суб'єктів підприємницької діяльності, на кого в законодавчому порядку покладено захист чужих таємниць (клієнтів банків), питання аналізу, контролю та мінімізації втрати інформації для банків — істотні. Сучасна діяльність банків переважно здійснюється в інформаційній площині, а тому банки є найбільшими об'єктами інформаційних загроз і впливу інформаційних ризиків. Зважаючи на це, вони, разом з іншими видами забезпечення своєї діяльності, мають звертати особливу увагу на власну інформаційну безпеку, основою якої є відповідний аналіз та мінімізація саме інформаційних ризиків [1–3].

Система управління інформаційними ризиками в діяльності банків [4–6] має спиратися на підсистему захисту інформації та протидії інформаційному впливу. Зменшення впливу ризиків, що виникають при формуванні інформаційного ресурсу банку та інформаційному забезпечені його операцій і управлінських рішень, здійснюється шляхом проведення відповідних заходів, передусім — інформаційного плану. У банку слід запровадити систему інформаційно-аналітичного забезпечення, яка має передбачати збір та обробку інформації з різних джерел різними підрозділами банку. При запровадженні такої системи формування інформаційних ресурсів здійснюється комплексно — на трьох інформаційних рівнях: у контексті маркетингової діяльності; інформаційного моніторингу та досліджень клієнтів; комерційної розвідки. Крім того, системою передбачається періодичне проведення в підрозділах банку інформаційного

аудиту, в ході якого виявляється необхідна для забезпечення конкретної діяльності банку і його операцій юридична, комерційна, фінансова, технологічна та інша інформація.

Таким чином, основними засадами мінімізації ризиків у процесі формування інформаційних ресурсів банку є створення інформаційної бази даних, яка повинна стати головним джерелом даних для інформаційного забезпечення банківських операцій та управлінських рішень. Ця база має постійно поновлюватися та доповнюватися, щоб вона сама не перетворилася на фактор ризику через старіння.

У дослідженні було розглянуто засоби оцінювання і мінімізації інформаційного впливу при проведенні кредитних операцій, так званий ризик помилки вибору позичальника, в основу якого покладено повноту інформації, що характеризує кожного конкретного позичальника [7].

Вводяться чотири градації ризиків: малий, середній, високий та дуже високий. Малий ризик визначається, коли банк отримав не менш як 80% необхідної йому інформації про позичальника і коли така інформація дає змогу охарактеризувати позичальника як суб'єкта, у діяльності якого відсутні кримінальні зв'язки, підтримується стабільна комерційна діяльність на основі перспективного бізнесу, в якому беруть участь багато партнерів. Крім того, отримана інформація дає підстави зробити висновок про добрий фінансовий стан та позитивну кредитну історію позичальника.

Середній ризик визначається для позичальників, щодо яких банк отримав не менш як 70% необхідної йому інформації. У цьому випадку інформаційні характеристики можуть вказувати на діяльність позичальника в ризиковій сфері бізнесу, на факти несвоєчасного повернення кредитів та сплати податків або відсутність досвіду роботи з кредитними коштами, велику кількість рахунків у різних банках, частина з яких (рахунків) є непрацюючими.

Високий ризик визначається для позичальників, щодо яких банк отримав не менше 60% необхідної йому інформації, з котрої можна зробити висновок про факти неповернення кредитів у діяльності позичальника, судові розгляди справ за позовами до позичальника, наявність кредиторських боргів, часту реорганізацію структури, велику плинність кадрів, нестійкий фінансовий стан, факти недобросовісної конкуренції, до яких вдається позичальник.

Дуже високий ризик визначається за умов, коли банк отримує менше 60% необхідної йому інформації про позичальника. До того ж отримана інформація засвідчує відсутність ознак реальної господарської діяльності, непорозуміння з правоохоронними органами та факти недбалого ставлення до виконання своїх зобов'язань, а також з отриманої інформації неможливо скласти об'єктивний висновок про фінансовий стан позичальника та можливості і перспективи його підприємницької діяльності.

Імітаційне моделювання інформаційного ризику для даних конкретного банку показало, що рівень ризику суттєво корелює з повнотою і достовірністю даних, які надає позичальник. Також було встановлено, яка саме інформація (які характеристики позичальника) є визначальними при прийнятті рішення щодо видачі кредиту.

Література. **1.** Вощило М. Основи управління ризиками у банківській справі// Вісник Національного банку України.-2001.- №12.- с. 51-52. **2.** Горячек І. Види банківських ризиків та управління ними// Економіка. Фінанси. Право.-2000.- №8.- с. 36-38. **3.** Егоров В.А. Система управления рисками в банке// Финансы.- 2003.- №9.- с. 78. **4.** Пернарівський О. Аналіз, оцінка та способи зниження банківських ризиків// Вісник Національного банку України.- 2004.- №4.- с. 44-48. **5.** Романенко Л. Ризики у банківській діяльності/ Л. Романенко, А. Коротеєва// Фінанси України.-2003.- №5.- с. 121-127. **6.** Методичні вказівки з інспектування банків "Система оцінки ризиків", http://uazakon.com/big/text1263/pg1.htm. **7.** Кузнєцова Н. В. Інтегрований підхід до оцінювання кредитних ризиків/ Н.В. Кузнєцова// Тр. Одес. политехн. ун-та. – Одесса, 2010. – Вып.1(33) – 2(34). – С. 187–192.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Кулик О.О. *— рецензент Темнікова О.Л.*
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФПМ, Київ, Україна

Застосування прихованих марківських моделей для розпізнавання злитого мовлення

В наш час автоматичне розпізнавання злитого мовлення має широке застосування: управління, контроль, пошук аудіо даних, диктування чи запис озвученого тексту та багато іншого. Основою всіх систем розпізнавання мовленнєвого сигналу є генеративна модель. Стуктура мови дозволяє закодувати певні діапазони її частот у вигляді послідовності акустичних векторів, тому при побудові такої моделі використовуються приховані моделі Маркова (ПММ). Їх використання базується на двох засадах:

1. Звуковий сигнал може бути розбитий на фрагменти, що відповідають станам в ПММ, параметри звукового сигналу в межах кожного фрагменту вважаються постійними.
2. Ймовірність кожного фрагменту залежить тільки від поточного стану системи і не залежить від попередніх станів.

Формування генеративної моделі починається з наступного: отриманий звуковий сигнал в результаті препроцесингу перетворюється в послідовність акустичних векторів фіксованого виміру $\boldsymbol{Y}_{i:T} = y_1, \ldots, y_T$. Далі декодер намагається встановити послідовність слів $\boldsymbol{\omega}_{i:L} = \omega_1, \ldots, \omega_L$, які найімовірніше утворили Y, тобто декодер шукає

$$\hat{\boldsymbol{\omega}} = \arg\max_{\boldsymbol{\omega}} \{P(\boldsymbol{\omega}|\boldsymbol{Y})\}. \tag{1}$$

Такі $\hat{\boldsymbol{\omega}}$ є основними складовими словника з розпізнавання злитого мовлення.

Насправді завдання змоделювати безпосередньо $P(\boldsymbol{\omega}|\boldsymbol{Y})$ є досить складним, тому застосувавши правило Байєса, отримаємо еквівалентну задачу пошуку

$$\hat{\boldsymbol{\omega}} = \arg\max_{\boldsymbol{\omega}} \{p(\boldsymbol{Y}|\boldsymbol{\omega})P(\boldsymbol{\omega})\}. \tag{2}$$

Акустична модель визначає міру схожості $p(\boldsymbol{Y}|\boldsymbol{\omega})$, а ймовірність $P(\boldsymbol{\omega})$ визначає лінгвістична модель. Ці дві моделі в сукупності формують генеративну модель розпізнавання мовленнєвого сигналу.

В акустичній моделі кожне слово ω розкладається на послідовність K_ω фонем, тобто послідовність $q^{(\omega)}_{1:K_\omega} = q_1, \ldots, q_{K_\omega}$ є фонемною транскрипцією слова. Зважаючи на те, що вимова може бути різною, міру схожості $p(\boldsymbol{Y}|\boldsymbol{\omega})$ можна обчислити наступним чином, врахувавши багато фонемних транскрипцій:

$$p(\boldsymbol{Y}|\boldsymbol{\omega}) = \sum_{\boldsymbol{Q}} p(\boldsymbol{Y}|\boldsymbol{Q})P(\boldsymbol{Q}|\boldsymbol{\omega}), \tag{3}$$

де сума обчислюється по всім послідовностям вимов $\boldsymbol{\omega}$, а $\boldsymbol{Q}$ — послідовність вимов, для котрої виконується

$$P(\boldsymbol{Q}|\boldsymbol{\omega}) = \prod_{l=1}^{L} P(\boldsymbol{q}^{\omega_l}|\omega_l), \tag{4}$$

де кожна $\boldsymbol{q}^{(\omega_l)}$ — допустима вимова слова ω_l. [1]

Кожна фонема q представляється акустичною генеративною моделлю, як показано на рисунку 1. Вона має наступні параметри: ймовірності переходу зі стану в стан $\{a_{ij}\}$ та $\{b_j()\}$— розподіли у просторі первинних ознак для робочих станів.

Ці розподіли фактично апроксимують у просторі первинних ознак ті області, через які проходять траєкторії, що відповідають акустичній реалізації фонеми q. Такий загальний вигляд має базова ПММ. Технічно, перехід від робочого стану генеративної моделі до одного

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

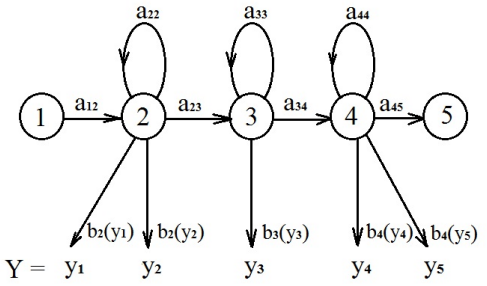


Рис. 1. Акустична генеративна модель

зі станів, з яким робочий стан пов'язаний, здійснюється за одиницю відліку часу, а матриця $\{a_{ij}\}$ залежить від топології ПММ та має вигляд стохастичної матриці, що формує ланцюг Маркова. [2]

В лінгвістичній моделі ймовірність послідовності слів $\boldsymbol{\omega} = \omega_1, \ldots, \omega_K$, що зазначалась в (2), визначається як

$$P(\boldsymbol{\omega}) = \prod_{k=1}^{K} P(\omega_k | \omega_{k-1}, \ldots, \omega_1). \tag{5}$$

У великих лінгвістичних базах розпізнавання кількість попередніх слів у (5) може бути досить великою, тому її скорочують до $N-1$ для можливості подальших обчислень і формування N-грамної лінгвістичної моделі:

$$P(\boldsymbol{\omega}) = \prod_{k=1}^{K} P(\omega_k | \omega_{k-1}, \omega_{k-2}, \ldots, \omega_{k-N+1}), \tag{6}$$

де N лежить в межах 2–4. Ймовірності N-грам оцінюються за текстовим корпусом, підраховуючи кількість входжень N-грам.

При побудові лінгвістичної моделі виникає ряд проблем:

1. Як оцінювати ймовірність тих N-грам, для яких досить мала кількість входжень?
2. Що робити зі словами в текстовому корпусі, які не входять до словника?
3. Лінгвістична модель може бути досить об'ємною для зберігання та обробки на комп'ютері, що в свою чергу ускладнить використання системи розпізнавання.

Для вирішення першої проблеми пропонується проводити оцінку на підставі статистик $(N-1)$-грам, а для подолання другої проблеми доцільно ввести категорію *невідоме слово*, яка буде використовуватись для всіх відсутніх в словнику слів з текстового корпусу.

Математична структура прихованих моделей Маркова дуже велика і дозволяє вирішувати математичні проблеми різних областей науки. Правильно спроектована марківська модель дає гарні результати роботи. Перевага цієї моделі заключається для розпізнавання злитого мовлення в тому, що вона дозволяє моделювати довготривалі залежності, забезпечує хороше представлення мовленнєвого сигналу і надає потужній та гнучкий інструмент для розробки систем розпізнавання.

Література. **1.** Gales M. The Application of Hidden Markov Models in Speech Recognition / Gales M., Young S. — Foundations and Trends in Signal Processing, 2007. — 124p. **2.** Сажок М.М. Розпізнавання спонтанного мовлення на основі акустичних композитних моделей слів у реальному часі / Робейко В.В., Сажок М.М. // Штучний інтелект. — №4'2011. — Донецьк, 2011. — 12с.

Кісельова О.М., Коряшкіна Л.С., Шевченко Т.О.
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара, Дніпропетровськ, Україна

Динамічна задача оптимального розбиття множин з інтегральними обмеженнями та розміщенням центрів підмножин

Представлена математична модель неперервної динамічної задачі оптимального розбиття множини з інтегральними фазовими обмеженнями та розміщенням центрів підмножин, яка є узагальненням моделі, розглянутої в [1], на випадок нефіксованих центрів. Поряд з розбиттям множини Ω на N підмножин $\Omega_1, ..., \Omega_N$ (серед яких можуть бути порожні), невідомими є й координати $\tau_1, ..., \tau_N$ центрів цих підмножин. Крім того, будемо вважати, що на стан керованої системи впливають деякі сторонні фактори, які можна описати певною відомою функцією $f(x,t)$.

Математична постановка задачі. Нехай $\Omega \subset R^n$ – обмежена, вимірна за Лебегом множина. Позначимо через $P_N(\Omega)$ клас всіляких розбиттів множини Ω на N підмножин:

$$P_N(\Omega) = \left\{ \bar{\omega} = (\Omega_1, ..., \Omega_N) : \bigcup_{i=1}^{N} \Omega_i = \Omega, mes\left(\Omega_i \bigcap \Omega_j\right) = 0, i \neq j, i, j = \overline{1,N} \right\}.$$

Потрібно знайти оптимальне розбиття $\bar{\omega}^* = (\Omega_1^*, ..., \Omega_N^*) \in P_N(\Omega)$, набір $\tau^* = (\tau_1^*, ..., \tau_N^*) \in \Omega^N$, керуючу функцію $u^*(\cdot,\cdot) \in L_2(\Omega \times [0,T])$ і відповідну фазову змінну $\rho^*(\cdot,\cdot)$, такі що

$$J(\bar{\omega}, \tau, u(\cdot,\cdot), \rho(\cdot,\cdot)) = \beta_0 \int_0^T \sum_{i=1}^{N} \int_{\Omega_i} (c(x,\tau_i,t) + a_i)\, \rho(x,t) dxdt + \beta_1 \int_0^T \int_{\Omega} u^2(x,t) dxdt \to min, \tag{1}$$

за умов

$$\dot{\rho}(x,t) = u(x,t) + f(x,t), \forall x \in \Omega, \tag{2}$$

$$\rho(x,0) = \rho_0(x), \forall x \in \Omega, \tag{3}$$

$$\int_0^T \int_{\Omega_i} \rho(x,t) dxdt \leqslant b_i, i = \overline{1,N}, \tag{4}$$

де $\beta_0, \beta_1 \geqslant 0$, $\beta_0^2 + \beta_1^2 \neq 0$ - коефіцієнти, що визначають пріоритет доданків у функціоналі; $c(x,\tau_i,t)$ – дійсні, обмежені, визначені на $\Omega \times \Omega \times [0,T]$ функції, вимірні за змінною x при довільному фіксованому векторі параметрів $\tau_i = \left(\tau_i^1, ..., \tau_i^n\right) \in \Omega, i = \overline{1,N}$; $a_i, i = \overline{1,N}$ – задані невід'ємні величини; T>0 – заданий момент часу, $\rho_0(x) \in L_2(\Omega)$, $f(x,t) \in L_2(\Omega \times [0,T])$ – задані функції.

Задача (1)-(4) є задачею нескінченновимірного програмування. Для її розв'язання вводиться функціонал Лагранжа та здійснюється перехід до скінченновимірної оптимізаційної задачі з негладким цільовим функціоналом. При цьому використовуються необхідні умови у формі принципа максимума Понтрягіна. Для розв'язання отриманої задачі застосовується r-алгоритм Шора.

Встановлена розв'язність задачі. Досліджено умови існування розв'язку задачі (1)-(4). Розроблено алгоритм розв'язання даної задачі. На основі розробленого алгоритму створена його програмна реалізація. Проведені експерименти, які підтверджують теоретичні викладки, отримані щодо цієї задачі.

Література. **1.** Кісельова О.М., Коряшкіна Л.С., Шевченко Т.О. Про динамічну задачу оптимального розбиття множин з інтегральними обмеженнями // Тези доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції "Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем". - Д.: ДНУ, 2012. - С 148-149.

Лопатин А.К.[1,2] ***Черненко О.Б.***[1]
[1] *Национальная академия управления, Киев, Украина;* [2] *Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина*

Построение статистических циклов на основе метода нормированного размаха Херста

Основные свойства метода Херста.

- Метод нормированного размаха Херста обнаруживает периодические, квазипериодические и хаотические циклы и определяет их длину.
- Метода нормированного размаха Херста устойчив к зашумлению данных.

Под статистическим циклом понимается участок на кривой Херста с трендом близким к прямой, который иллюстрирует явление персистентности (антиперсистентности) Херста и резко меняет свое направление и длину.

Актуальной является задача построение точных границ таких циклов. Для точного выделения циклов построим статистику: показатель Херста пошаговый HESS (Herst exponent step-by-step,). Статистика была введена в работах [1], [2] под другим названием. HESS-статистика определяется формулой:

$$\tan(\alpha) = \frac{\Delta Y}{\Delta X}, \tag{1}$$

где $\Delta Y = \log \frac{R}{S}(i+1) - \log \frac{R}{S}(i)$, $\Delta X = \log(i+1) - \log(i)$, $i = 1, ..., n$.

В качестве примера возьмем диффузионные индексы деловой активности развитых стран мира.

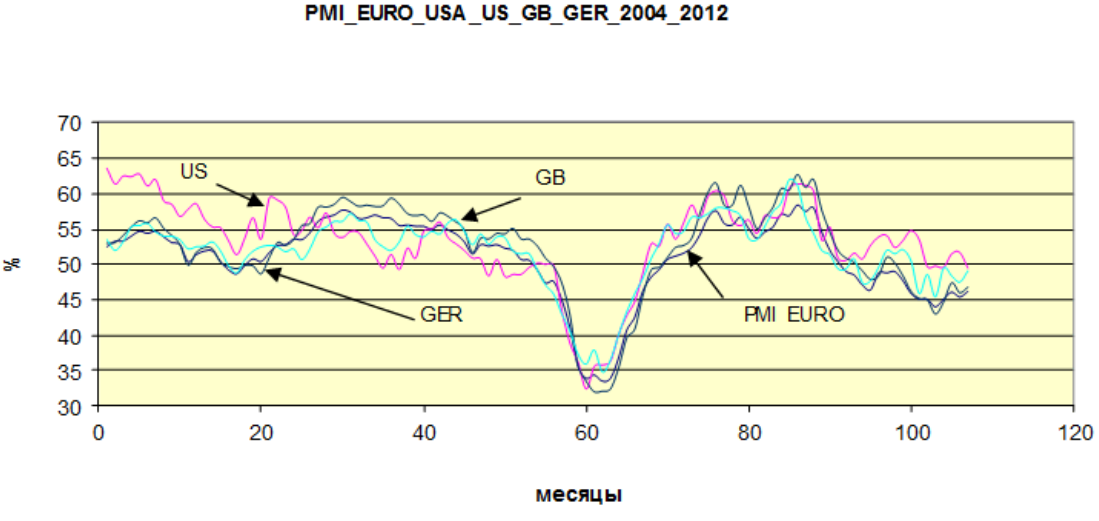


Рис. 1. Диффузионные индексы индекса PMI (Еврозона), индекса PMI (Германия), индекса PMI (Великобритания), индекса ISM (США) за период 2004-2012 гг. По оси X отложены месяцы, а по оси отложены %.

Если к кривой показателя Херста применить сглаживание по формуле $\mu(t) = \frac{1}{t}\sum_{1}^{t} X_i$ и по сглаженной кривой построить HESS-статистику, то получим более наглядный результат (см. Рис. 2). Как видно из Рис. 2, точки локальных минимумов и максимумов кривой соответствуют изменения показателя Херста (структурным изменениям в изучаемой системе).

Выделенные укрупненные интервалы нанесены на исходную диаграмму кривой Херста (см. Рис. 3).

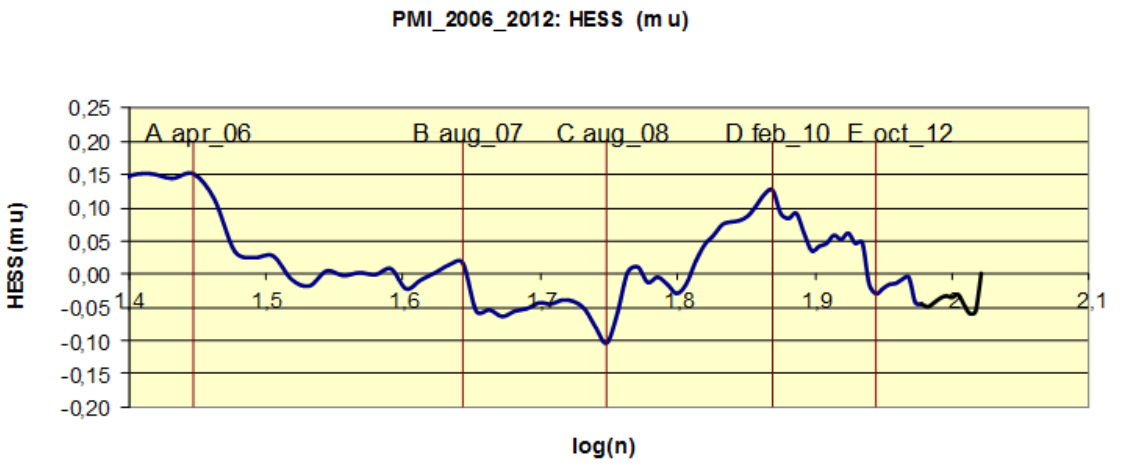


Рис. 2. Кривая локальных показателей Херста для сглаженной кривой Херста диффузионног индекса PMI (Еврозона).

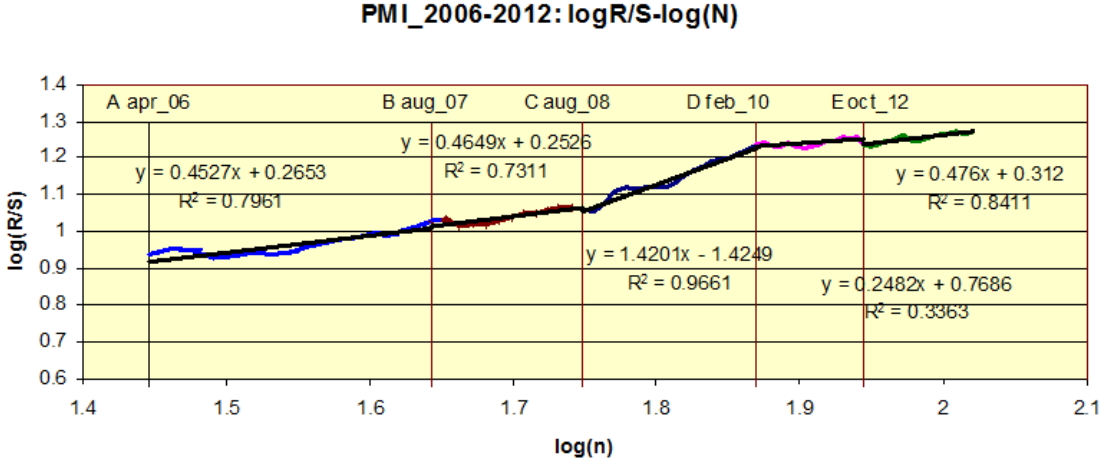


Рис. 3. Кривая нормированного размаха Херста разбита на 5 циклов: предкризисный период август 2006-август 2007г.г., (отрезок AB) показатель Херста 0,4527; начало кризиса август 2007-август 2008 г.г. (отрезок BC) показатель Херста 0,4649; разгар кризиса август 2008-февраль 2010 г.г. (отрезок CD) показатель Херста 1,4201; начало восстановления февраль 2010 г.г.- февраль 2011 г.г (отрезок DE) показатель Херста 0,2482; стабильное восстановление февраль 2010 г.г.-настоящее время (отрезок E–ноябрь 2012) показатель Херста 0,476.

Вывод. Имеющиеся данные по индексу PMI за период с февраля 2010 г.г. - ноябрь 2012 говорят об устойчивом росте экономики в режиме близком к совершенному рынку с показателем Херста 0,476. Можно уверенно говорить о восстановлении экономики после кризиса.

Литература. **1.** Лопатин А.К. Статистические свойства финансового рынка Украины/ А.К. Лопатин, О.Б. Черненко // Актуальные проблемы экономики. - № 10(64). - 2006, С.136-149. **2.** Лопатин А.К. Статистическая периодичность числовых рядов и их качественная классификация/ А.К. Лопатин //Искусственный интеллект. - 2007. - № 3. - С.93-104.

Лукашів Т.О., Ясинський В.К.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, Україна

Асимптотична стохастична стійкість в цілому систем випадкової структури із зовнішніми збуреннями

Нехай $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbf{P}, \mathbf{F} \equiv \{\mathcal{F}_t \subset \mathcal{F}, t \geqslant 0\})$ – ймовірнісний базис [1]; $\{\xi(t), t \geqslant 0\}$ – феллерівський марковський процес із значеннями в метричному просторі $\mathbf{Y}$ з перехідною ймовірністю $\mathbf{P}(s, y, t)$; $(\eta_k, k \geqslant 0)$ – феллерівський ланцюг Маркова із значеннями в метричному просторі $\mathbf{H}$ з перехідною ймовірністю на k-ому кроці $\mathbf{P}_k(h, G)$ [2].

Розглянемо рівняння збуреного руху, яке будемо трактувати як динамічну систему випадкової структури

$$dx(t) = f_1(\gamma(\omega))a(t, x(t), \xi(t))dt + f_2(\gamma(\omega))b(t, x(t), \xi(t))dw(t), \tag{1}$$

з імпульсною дією

$$\begin{array}{l} \Delta x(t)|_{t=t_k} = g(t_k-, \xi(t_k-), \eta_k, x(t_k-)), \\ t_k \in S \equiv \{t_n, n \in \mathbf{N}\}, \quad \lim\limits_{n\to\infty} t_n = +\infty \end{array} \tag{2}$$

і з початковими умовами

$$\xi(t_0) = y \in \mathbf{Y}, \ x(t_0) = x_0 \in \mathbf{R}^m, \ \eta_{k_0} = h. \tag{3}$$

Тут $f_1(\gamma(\omega))$, $f_2(\gamma(\omega))$ – борелеві функції випадкової величини $\gamma(\omega)$, які трактуємо як випадкові зовнішні збурення; $x(t) \equiv x(t, \omega) : [0, +\infty) \times \Omega \to \mathbf{R}^m$.

Припустимо, що задані:

i) вимірні за сукупністю змінних відображення $a : \mathbf{R}_+ \times \mathbf{R}^m \times \mathbf{Y} \to \mathbf{R}^m$, $b : \mathbf{R}_+ \times \mathbf{R}^m \times \mathbf{Y} \to \mathbf{R}^m \times \mathbf{R}^m$ та $g : \mathbf{R}_+ \times \mathbf{R}^m \times \mathbf{Y} \times \mathbf{H} \to \mathbf{R}^m$ задовольняють за другим аргументом умову Ліпшиця рівномірно за всіма іншими аргументами та умову рівномірної обмеженості.

ii) $w(t) \equiv w(t, \omega) \in \mathbf{R}^m$ – m-вимірний стандартний вінерів процес [2].

Теорема 1. Нехай

1) $|t_{k+1} - t_k| \leqslant \Delta, \ k \geqslant 0$;

2) існують функції Ляпунова $\nu_k(y, h, x) \geqslant 0$ і $a_k(y, h, x) \geqslant 0$, $k \geqslant 0$, такі, що в силу системи має місце нерівність

$$\int\limits_{\mathbf{Y}\times\mathbf{H}\times\mathbf{R}^m} \mathbf{P}_k(y, h, x)(du \times dz \times dl)\nu_k(u, z, l) - \nu_k(y, h, x) \leqslant -a_k(y, h, x(t)).$$

Тоді система випадкової структури (1)-(3) асимптотично стохастично стійка в цілому.

Теорема 2. Нехай:

1) виконується умова 1) теореми 1;

2) існують функції Ляпунова $v_k(y, h, x) \geqslant 0, k \geqslant 0$, такі, що в силу системи має місце нерівність

$$\int\limits_{\mathbf{Y}\times\mathbf{H}\times\mathbf{R}^m} \mathbf{P}_k(y, h, x)(du \times dz \times dl)\nu_k(u, z, l) - \nu_k(y, h, x) \leqslant 0.$$

Тоді система випадкової структури (1)-(3) стійка за ймовірністю в цілому.

Література. **1.** Жакод Ж., Ширяев А.Н. Предельные теоремы для случайных процессов: в 2-х т. - М.: Физматгиз, 1994. - Т.1, Т.2. - 544 с., 473 с. **2.** Дынкин Е.Б. Марковские процессы. - М.: Физматгиз, 1963. - 859 с. **3.** Кац И.Я. Метод функций Ляпунова в задачах устойчивости и стабилизации систем случайной струкутры. - Екатеринбург: Изд-во Уральской госакадемии путей сообщения, 1998. - 222 с. **4.** Свердан М.Л., Царьков Е.Ф. Устойчивость стохастических импульсных систем. – Рига: РТУ, 1994. – 300 с.

Малик І.В.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, Україна

Відновлення розв'язку звичайного диференціального рівняння

В тезах сформульовані достатні умови слабкої збіжності напівмарковських процесів до розв'язку звичайного диференціального рівняння у схемі усереднення, що дозволяє наближати розв'язок задачі Коші для звичайного диференціального рівняння деяким диференціальним напівмарковським процесом

В багатьох роботах (див., наприклад [1]) розглядається задача знаходження наближеного розв'язку диференціального рівняння

$$dy(t) = C(y(t))dt \tag{1}$$

за початковою умовою

$$y_{t=0} = y(0), \tag{2}$$

де $y \in R^d$, $C : R^d \to R^d$. Існує велика кількість методів знаходження наближеного розв'язку задачі Коші (1), (2). Основними *детермінованими* методами знаходження наближеного розв'язку задачі Коші (1), (2) є метод Рунге-Кутта, Адамса, Ейлера та різні їх модифікації [1, 2].

Поряд із *детермінованими* методами знаходження наближених розв'язків різних задач, в тому числі і задачі (1), (2), все більшого розповсюдження та застосування набули *статистичні* методи або методи *Монте-Карло* [2]. Опишемо один *статистичний* метод знаходження наближеного розв'язку (1), (2), для чого введемо допоміжний математичний об'єкт: напівмарковський процес $\eta(t)$ в евклідовому просторі $R^d, d \geqslant 1$ породжується процесом марковського відновлення (ПМВ) (див., наприклад, [3])

$$(\eta_n, \tau_n), n \geqslant 0,$$

тобто

$$\eta(t) := \eta_{\nu(t)},$$

де $\nu(t) := \max\limits_{n \geqslant 0}\{n : \tau_n < t\}$ – рахуючий процес.

Позначимо через $\theta_n := \tau_n - \tau_{n-1}, n > 0$ час перебування в станах. ПМВ визначається стохастичним ядром, яке задає умовні імовірності величини стрибків та функціями розподілу часів перебування в станах

$$Q(u, dv, t) := P\{\eta_{n+1} \in dv, \theta_{n+1} \leqslant t | \eta_n = u\} = \Gamma(u, dv)F_u(t).$$
$$\Gamma(u, dv) := P\{\Delta\eta_{n+1} \in dv | \eta_n = u\}, \Delta\eta_{n+1} := \eta_{n+1} - \eta_n, u \in R^d, dv \in \Re^d,$$
$$F_u(t) := P\{\theta_{n+1} \leqslant t | \eta_n = u\} = P(\theta_u \leqslant t), t \geqslant 0.$$

Введемо нормований малим параметром серії $\varepsilon > 0$ випадковий процес $\zeta^\varepsilon(t), t \geqslant 0$, який надалі і будемо розглядати як наближення розв'язку задачі (1), (2):

$$\zeta^\varepsilon(t) := \varepsilon\eta\left(t/\varepsilon\right). \tag{3}$$

Сформулюємо теорему [4], на якій буде грунтуватися статистичний метод знаходження наближеного розв'язку задачі (1), (2):

Теорема 1. Нехай виконуються наступні умови:

1. Обмеженість другого моменту величини стрибка:

$$\int\limits_{R^d} |v|^2 \Gamma(u, dv) < \infty;$$

2. Рівномірна інтегровність(обмеженість часу перебування в стані):

$$\lim_{T \to \infty} \sup_{u \in R^d} \int_T^\infty t dF_u(t) dt = 0;$$

3. Має місце оцінка

$$\sup_{u\in R^d} Ee^{-\varepsilon\theta_u} \leqslant 1 - C\varepsilon$$

для $\forall\varepsilon > 0$;

4. Має місце збіжність початкових умов

$$\lim_{\varepsilon\to 0} \zeta^\varepsilon(0) = \zeta(0)$$

та їх обмеженість

$$\sup_{\varepsilon>0} E|\eta^\varepsilon(0)| < \infty.$$

Тоді має місце слабка збіжність [5]

$$\lim_{\varepsilon\to 0} \zeta^\varepsilon(t) = \zeta^0(t),$$

де $\zeta^0(t)$ розв'язок звичайного диференціального рівняння

$$d\zeta^0(t)/dt = C\left(\zeta^0(t)\right),$$

причому

$$C(u) = a(u)b(u), a(u) := \int\limits_{R^d} v\Gamma(u, dv), b(u) := \left(\int_0^\infty tdF_u(t)\right)^{-1}$$

з початковою умовою

$$\zeta^0_{t=0} = \zeta(0).$$

Дана теорема дозволяє наближати розв'язок задачі (1), (2) дограничним процесом (3) з відповідною початковою умовою при $\varepsilon < \varepsilon_0$, де ε_0 – достатньо мале. Зауважимо, що клас напівмарковських процесів, які збігаються у *схемі усереднення* [3] до задачі (1), (2), достатньо широкий. Тому для швидкого моделювання напівмарковського процесу можна використовувати наступні припущення:

1. $\theta_n \equiv 1$;
2. Приріст вкладеного ланцюга Маркова $\eta_n, n \geqslant 0$ є дискредною випадковою величиною.

За даних умов моделювання напівмарковського процесу суттєво спрощується. Не має сумніву у тому, що аналогічна схема може бути використана для моделювання процесів Орнштейна-Уленбека [6, 7], використовуючи при цьому відповідні теореми збіжності напівмарковських процесів у *схемі дифузійної апрксимації* [3]. Зауважимо також, що даний метод знаходження наближеного розв'язку задачі (1), (2) володіє деякими перевагами порівняно з методом Робінса-Монро [8]

Література. **1.** Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Бином, 2003. – 630 с. **2.** Ясинський В.К., Антонюк С.В., Береза В.Ю. Методи обчислювального аналізу. – Чернівці: Золоті литаври, 2009. – 444 с. **3.** Koroliuk V.S., Limnios N. Stochastic systems in merging phase space. – Singapore: World Scientific Publishers, 2005. – 331 p. **4.** Малик І.В, Дорошенко І.В. Збіжність напівмарковського процесу до розв'язку диференціального рівняння // Математичне та комп'ютерне моделювання. – В.7. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський нац. ун-т, 2012. – С. 14-19. **5.** Биллингсли П. Сходимость вероятностных мер. – М.: Наука, 1977. – 352 с. **6.** Королюк В.С., Царков Є.Ф., Ясинський В.К. Ймовірність, статистика та випадкові процеси – Чернівці: Золоті литаври, 2009. – 798 с. **7.** Козаченко Ю.В., Пашко А.О., Розора І.В. Моделювання випадкових процесів і полів. – К.: Задруга, 2007. – 230 с. **8.** Невельсон М.Б., Хасьминский Р.З. Стохастическая аппроксимация и рекуррентное оценивание. – М.: Наука, 1972. – 304 с.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Мастерной И.О. *— рецензент Мальчиков В.В.*
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», ФПМ, Киев, Украина

Комплексный подход к построению торговой стратегии на валютном рынке FOREX

Работа посвящена обзору и анализу существующих методов, использующихся для прогнозирования финансового рынка. В результате анализа предлагаются рекомендации к построению торговой стратегии.

В последнее время теория и практика финансов все больше опирается на математические методы. Это привело к более интенсивному использованию математического аппарата для изучения поведения финансовых рынков. Главной задачей исследования процессов финансовой сферы является прогнозирование. Коммерческие данные поступают зачастую в форме временных рядов, значения которых подчиняются некоторым закономерностям. Для выявления таких закономерностей используют построение моделей временных рядов, позволяющих предсказывать их будущие значения. Выбор рынка FOREX для анализа обусловлен развитием информационных технологий, в результате которого упрощается и ускоряется доступ к различным электронным торговым площадкам. Развивается рынок услуг для частных инвесторов. Сложно представить сегодня профессионального участника финансового рынка, не использовавшего прогнозирование в том или ином виде. Качество прогноза существующих методов в прикладных задачах требует дальнейшего повышения. Недостаточное качество прогнозов связано с глобализацией финансовых рынков, увеличением волатильности валют, процентных ставок, курсов ценных бумаг и цен на сырье.

Постановка задачи. Цель работы на основе анализа основных подходов к прогнозированию валютных курсов и учитываемых факторов, выработать принципы построения торговой стратегии.

Решение задачи. Основная задача трейдера - принятие правильных решений о покупке или продаже того или иного актива в определенный момент времени [1]. Для этого трейдер использует значительное количество информации, обрабатываемой тем или иным способом. Выделяют три вида анализа, используемых участниками рынков для разработки торговой стратегии и тактики:

1. Методы, основанные на теории вероятностей и математической статистики, такие как регрессионный анализ, нейронные сети, методы классификации и другие методы;
2. Технический анализ - графический анализ динамики цен, включающий в себя построение трендовых линий, волны Эллиота, числа Фибоначчи, технические индикаторы и другие, спорные по своей эффективности методы;
3. Фундаментальный анализ, который изучает влияние на движение курсов различных политических и экономических факторов, отражающих состояние экономики и инвестиционного климата выбранных стран. Наличие такого числа факторов усложняет построение математической модели. Такой анализ способствует выявлению основного рыночного тренда, построению стратегии торговли. Однако для тактики, то есть для нахождения оптимального момента входа на рынок и выхода из него, все-таки не обходимо пользоваться другими методами.

Очень часто прогноз, составленный по методу технического анализа или с помощью экспертных оценок фундаментальных данных, приносит прибыль с вероятностью близкой к 50Стоит рассмотреть методы основанные на теории вероятностей и статистике. Одним из таких методов прогнозирования является прогнозная модель ARIMA. ARIMA-процессы – это класс стохастических процессов, используемых для анализа временных рядов. Модели позволяют получать точные прогнозы, опираясь только на информацию, содержащуюся в предыстории прогнозируемых рядов ценовых графиков. Эти модели относятся к классу линейных моделей и могут хорошо описывать как стационарные, так и нестационарные временные рядых [2].

Достоинства моделей ARIMA:

- Подход Бокса-Дженкинса к анализу временных рядов является весьма мощным инструментом для построения точных прогнозов с малой дальностью прогнозирования.
- Модели ARIMA достаточно гибкие и могут описывать широкий спектр характеристик временных рядов, которые встречаются на практике.

Однако использование моделей ARIMA имеет и несколько недостатков:

- Необходимо относительно большое количество исходных данных
- Не существует простого способа корректировки параметров моделей ARIMA, – когда привлекаются новые данные, модель приходится почти полностью перестраивать, а иногда требуется выбор абсолютно новой модели.
- Также для оценок используется та или иная модель, а это означает наличие модельного риска в расчетах. Поэтому необходима периодическая проверка адекватности применяемой модели.
- Таким образом, общий недостаток прогнозирования при помощи этих моделей заключается в том, что все они независимо от применяемых методов вычисления используют исторические данные. И если условия на рынке (например, волатильность рынка или корреляция между активами) резко меняются, то эти изменения будут учтены только через определенный промежуток времени. А до этого момента предсказания будут некорректны

Вышеназванные факторы приводят к тому, что данные модели хорошо работают в случае стабильного состояния рынков и перестают адекватно отражать поведение цен, когда на рынках происходят существенные изменения. Для задач прогнозирования валютного рынка сегодня все чаще применяют нейронные сети. Нейронные сети оправдано применять для задач обладающих следующими характеристиками:

- отсутствует алгоритм или не известны принципы решения задач, но накоплено достаточное число примеров;
- проблема характеризуется большими объемами входной информации;
- данные неполны или избыточны, зашумлены, частично противоречивы.

Таким образом, нейронные сети хорошо подходят для распознавания образов и решения задач классификации, оптимизации и прогнозирования. Нейронные сети по своей основе нелинейные, не требуют глубокого понимания связей между исходными данными и результатами. Эксперименты показывают, что нейронные сети на коротком промежутке времени всегда лучше предсказывают результат, чем стандартные «линейные» модели. Основные проблемы, возникающие при работе с этой технологией – правильная предобработка данных [3].

Выводы. Для построения успешной торговой стратегии необходим комбинированный подход, поскольку каждый метод имеет свои недостатки. Разрабатывая нейронную сеть, для прогнозирования, необходимо предварительное сглаживание входных данных. В качестве входных переменных следует выбирать наиболее статистически независимые величины. Нейронные сети не стоит применять на минутных таймфреймах из-за высокой динамики рынка. Для моделей Бокса-Дженкинса следует предварительно провести фундаментальный анализ, тем самым исключить работу системы при нестабильном рынке и изменении его волатильности. Разработка банковских экспертных систем на базе рассмотренных методов является перспективной областью изучения и требует дальнейшего исследования, для создания систем всестороннего статистического исследования рынка.

Литература. **1.** Сафин В.И. Торговая система трейдера: фактор успеха. – СПб.: Питер, 2004. – 124 с., **2.** Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление – М.: Мир, 1994. – 406 с., **3.** Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе. – М.: МИФИ, 1998. –224 с.

Мельник К.В.
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Автоматизация процесса медицинского скрининга

Для повышения эффективности выполнения основной задачи медицинского учреждения – лечебная и профилактическая помощь – нужно проводить различные мероприятия, предотвращающие или снижающие общий уровень заболеваемости населения. Например, для предотвращения большого количества заболеваний гриппом в зимний период рекомендуется проводить вакцинацию; для раннего выявления туберкулеза необходимо проходить ежегодную флюорографию. Подобные мероприятия также помогают выявить возможные факторы риска развития заболеваний, например, с помощью рентгена легких с большой долей вероятности можно выявить курящего человека, а курение, в свою очередь, является фактором риска развития сердечнососудистых заболеваний. Факторы риска представляют собой факторы внешней и внутренней среды,которые не являются непосредственно причиной болезни, но способствуют увеличению вероятности её возникновения и развития, прогрессированию и неблагоприятному исходу [1]. Можно выделить факторы риска, общие для многих заболеваний. К ним относятся: курение, употребление алкоголя, ожирение, постоянное психоэмоциональное напряжение, отсутствие физических нагрузок. Государство борется с устранением этих факторов: принят Закон Украины об отмене курения в общественных местах [2], пишутся предупредительные лозунги, проводится пропаганда здорового образа жизни. С другой стороны, есть факторы, специфичные для конкретных болезней и задача медицинских учреждений - их выявление и устранение. Процесс нахождения факторов риска является важной составляющей также при решении проблемы выявления бессимптомного течения заболеваний. Такие мероприятия проводят в рамках программ медицинского скрининга.

Медицинский скрининг представляет собой метод выявления лиц с какой-либо патологией или факторами риска ее развития, основанный на применении различных диагностических мероприятий [3]. К таким мероприятиям можно отнести следующие: диспансеризация, вакцинация, пропаганда здорового образа жизни. Медицинские учреждения формируют программы проведения скрининговых мероприятий, которые предполагают наличие определенных ресурсов: необходим квалифицированный персонал, диагностическая аппаратура, реактивы. В обычном лечебно-профилактическом учреждении (ЛПУ) ресурсы ограничены ввиду небольшого бюджета поликлиники. с другой стороны эффект от проведения скрининговых мероприятий очевиден. Это приводит к актуальной задаче рационального распределения ресурсов типового ЛПУ для организации скрининговых мероприятий в условиях выполнения других функциональных задач в полном объеме.

Один из самых результативных подходов скрининга для выявления факторов риска и бессимптомных заболеваний у пациентов – это проведение диспансеризации. Диспансеризация представляет собой активное динамическое наблюдение за состоянием здоровья населения, включающее комплекс профилактических, диагностических и лечебно-оздоровительных мероприятий [3].

Ранняя диагностика заболеваний, выявление бессимптомного течения болезни, оценка рисков развития заболеваний требуют учета большого числа факторов и показателей состояния здоровья пациента, что приводит к необходимости обработки больших объемов данных. Поэтому повысить эффективность медицинского скрининга возможно путем автоматизации процессов обработки данных о состоянии здоровья пациентов как на подготовительном этапе, так и по результататм обследования. Процесс скрининга с учетом использования медицинской скрининговой информационной системы (МСИС) представлен на рис.1.

Первый этап состоит в сборе медицинских данных, например, из результатов различных исследований, медицинской литературы, информации Министерства здравоохранения. В результате составляется перечень опасных заболеваний, внедряются новые методы диагностики,

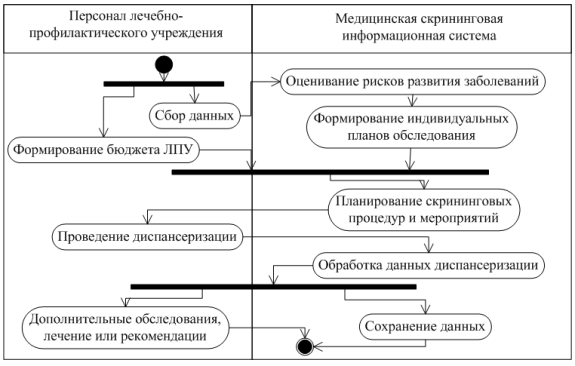


Рис. 1. Процесс проведения скрининга в ЛПУ

используется новое диагностическое оборудование.

Такая оценка позволяет выявить группы риска среди пациентов, определить актуальность обследования или дать рекомендации относительно сроков и необходимых диагностических процедур. На сегодняшний день существуют рекомендованные наборы медицинских мероприятий для проведения диспансеризации различных групп населения. Однако, из-за различных причин, большинство пациентов не проходят рекомендуемые обследования в полном объеме, а часто, пренебрегаясвоим здоровьем, отказываются от диспансеризации. Предварительная оценка риска, по мнению автора, может позволить формировать индивидуальные планы обследования пациентов с учетом их индивидуальных особенностей, истории болезни, результатов уже проведенных исследований. Это позволит повысить эффективность профилактического обследования населения, что является одной из основных целей скрининга.

Параллельно этому процессу формируется бюджет ЛПУ, т.е. определяется объем финансирования различных статей расходов, в том числе, связанных с проведением скрининговых мероприятий. С учетом выделенных ресурсов формируется план скрининговых мероприятий на основе решения соответствующей оптимизационной задачи. Диспансеризация является основным источником информации о состоянии здоровья пациентов. В условиях автоматизированной обработки медицинской информации все данные о пациентах заносятся в электронную медицинскую карту и используются на следующем этапе обработки медицинских данных, позволяя сформировать окончательную оценку состояния здоровья.

Таким образом, автоматизация процессов обработки медицинских данных является важной задачей повышения эффективности работы ЛПУ, что существенно скажется на процессе медицинского скрининга. Анализ существующих подходов к решению задачи обработки медицинских данных показывает, что основные исследования ведутся в направлении развития методов диагностики заболеваний или связаны со статистическими методами анализа результатов медицинских исследований. При этом задача оценки риска развития заболеваний в условиях неполной информации о состоянии здоровья пациента остается актуальной. Предметом исследования в данной работе являются модели обработки медицинских данных, а также методы планирования скрининговых мероприятий, которые предполагается реализовать в МСИС для типового ЛПУ.

Литература. **1.** Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний. Режим доступа [http://www.critical.ru/CardioSchool/index.php 03.02.13]. **2.** Закон Украины «Про внесення змін до деяких законів України щодо вдосконалення окремих положень про обмеження місць куріння тютюнових виробів» Режим доступа: [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/4844-17 03.02.13]. **3.** Малая медицинская энциклопедия. – М.: Медицинская энциклопедия. 1991—96 гг. **4.** Мельник К.В. Задача создания информационной системы скрининга в медицинских учреждениях / Мельник К.В. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков. – 2012. - №1 /11(55). - с.55-57.

Михайленко Я.М., Подколзин Г.Б.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

R-матрицы для алгебр Ли малых размерностей

В настоящей работе рассматриваются конкретные представления R-матриц, полученные для некоторых алгебр Ли малых размерностей – двумерных алгебр Ли и трехмерной группы вращений $SO(3)$. Необходимость детального изучения R-матриц связана с их ключевой ролью в точнорешаемых моделях статистической механики и теории поля в малых размерностях, конформной теории поля и в квантовых интегрируемых системах. R-матрицы применяются в квантовании интегрируемых нелинейных уравнений эволюции, теории квантовых групп и теории узлов. Это матрицы, которые задают дополнительные симметрии в алгебрах Ли. В общем случае задача представления R-матриц не решена и активно исследуется.

Определение 1. Алгеброй Ли над полем K называется линейное пространство L над K, снабженное дополнительной операцией, которая обозначается $[X, Y]$, называется коммутированием и удовлетворяет условиям билинейности, антисимметричности и тождеству Якоби:

$$[[X, Y], Z] + [[Y, Z], X] + [[Z, X], Y] = 0 \tag{1}$$

для всех $X, Y, Z \in L$.

Определение 2. Пусть g – алгебра Ли. Линейный оператор назовем классической R-матрицей, если скобка на g, заданная формулой

$$[X, Y]_R = [RX, Y] + [X, RY] \tag{2}$$

есть скобка Ли, т. е. для нее выполнено тождество Якоби [2].

Рассмотрим представление ***R*-матриц для двумерных алгебр Ли**. Существуют две неизоморфные алгебры Ли размерности 2 [3].

1. Пусть L_1=л.о.$\{X, Y\}$, причем $[X, Y] = 0$. R - произвольный линейный оператор.
2. Пусть L_2=л.о.$\{X, Y\}$, причем $[X, Y] = Y$. R-матрица определяется тензором

$$r = a_1(X \otimes X + Y \otimes Y) + a_2(X \otimes Y + Y \otimes X) \tag{3}$$

где $\otimes$ - тензорное произведение,
$a_1, a_2 \in \mathbb{R}$

Рассмотрим ***R*-матрицу для *SO*(3)**. Действие оператора R удовлетворяет уравнению:

$$R^2 = (R^2)^T \tag{4}$$

Оператор $R : L \to L$, удовлетворяющий уравнению (4), может быть представлен в виде прямой суммы операторов, суженных на инвариантные ортогональные подпространства L_1 и L_2 размерности 1 и 2 соответственно.

$$L = L_1 \oplus L_2 \tag{5}$$

$$R = R_{\restriction L_1} \oplus R_{\restriction L_2} \tag{6}$$

где $R_{\restriction L_i}$ - оператор R, суженный на подпространство L_i, $i \in [1, 2]$

Оператор $R_{\restriction L_2}$ имеет нулевой след $tr(R_{\restriction L_2}) = 0$ или является симметричной матрицей $R_{\restriction L_2} = (R_{\restriction L_2})^T$

Литература. **1.** Е.И. Коновалова Классические R-матрицы для алгебр Ли малой размерности / Коновалова Е.И., Панов А.Н. Теоретическая Физика. – 2006.– №7. – С.10–17. **2.** М.А. Семенов-Тян-Шанский Классическая R-матрица / Семенов-Тян-Шанский М.А. Функциональный анализ и его приложения. – 1983. – №4. – С.17–33. **3.** Кириллов А.А. Элементы теории представлений. М.: Наука, 1978.

***Мутталибова Ш.Ф.*[1] *Пашаев Н.М.*[2] *Рагимов Р.М.*[2]**
[1] *Азербайджанский архитектурно-строительный университет, Баку, Азербайджан;*
[2] *Азербайджанское Национальное Аэрокосмическое Агентство, Баку, Азербайджан*

Методика оценки процессов опустынивания на основе «данных ДЗ» и ГИС-технологий

Одной из актуальных проблем землепользования является исследование факторов влияющих на процесс опустынивания почв. Следствием опустынивания является деградация земель аридных, полуаридных и засушливых областях вызванная как антропогенными причинами так и природными факторами. Процесс опустынивания почв характерен для сельскохозяйственных земель Азербайджана и связан в основном, с интенсивным развитием животноводства что приводит к вырубке лесов и, как следствие эрозии почв. Большое влияние на процесс опустынивания оказывают такие факторы как действие грунтовых вод и засоленность почв. Основными факторами определяющими смыв плодородного слоя почвы, являются эрозионное действие ливневых дождей и эродируемость почвы. В настоящее время 3,7 миллиона гектаров территории Республики подвержены эрозии, а около 1,2 млн. гектаров-засолению.

В данной работе, в качестве объекта исследования, выбраны тестовые участки расположенные в бассейне реки Кура.

Исходное данные включают: Топографические карты, космические снимки, характеристика рельефа данные о водных и почвенных объектов, количество атмосферных осадков, данные о состоянии почвенно-растительного покрова.

Методика для оценки факторов влияющих на процесс опустынивания включает выполнение следующих этапов:

- изучение разных типов опустынивания причин их возникновение;
- изучение физико-географических характеристик прибрежных районов р.Кура;
- изучение рельефа местности, плотности населения, метеорологических данных.
- изучение и оценка степени влияния физико-географических характеристик на процессы опустынивания.

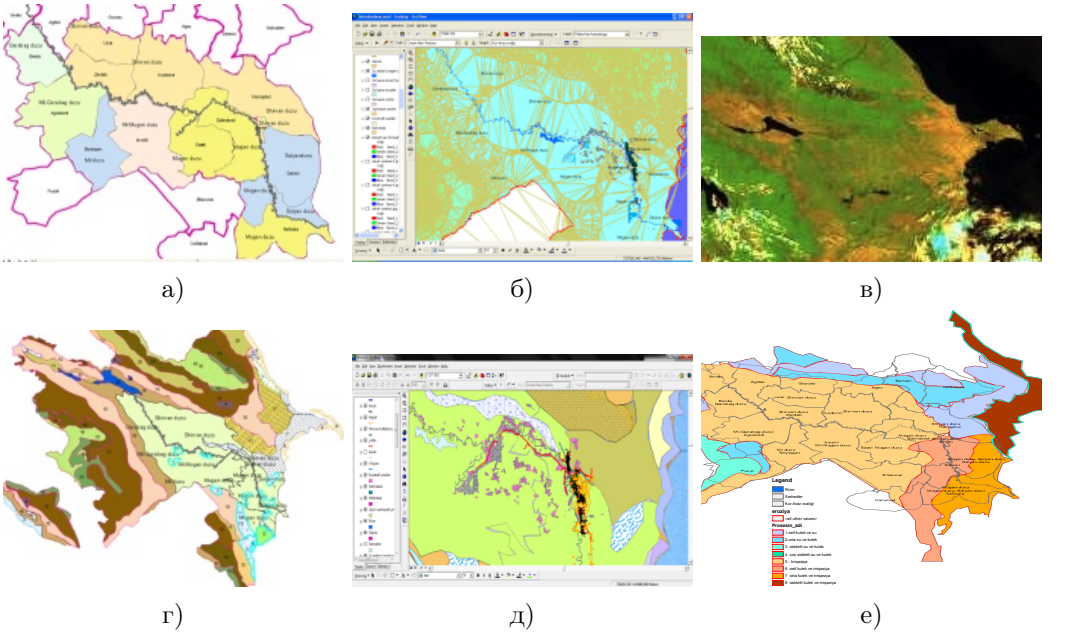
На первом этапе было выполнено районирование исследуемых территории (рис.1, а) и создана цифровая модель рельефа изучаемого региона. Для оценки процессов опустынивание на основе Гис Технологий получено картографическое представление участков почвенной эрозии. На следующем этапе, используя Космические снимки LANDSAT TM и ГИС Технологии были составлены цифровые электронные карты почвенно-растительного покрова, карта эрозионных процессов исследуемого участка, тематическая карта землепользования (рис. 1,в,г,д,е).

Далее, полученные тематические слои преобразования из векторного формата в растровый и введена 5-ти бальная шкала для оценки степени опустынивания исследования территории исследуемого региона. При этом 1 балл соответствует отсутствию опустынивания , 2 балла –слабое опустынивание; 3 балл-среднее опустынивание; 4 балла-сильное и 5 баллов- очень сильное опустынивание.

Полученные данные были проанализированы, определены и оценены по 5-ти бальной шкале территории подверженные процессу опустынивания и результаты добавлены в базу данных ГИС. В результате создана итоговая цифровая электронная карта зон опустынивания исследуемой территории (Рис.2) ,масштабом 1:50000. В итоге, получены оценки зон опустынивания по исследуемому региону. Максимальная степень опустынивания связана с Ширванской равниной (Ширван, Зардаб, Кюрдамир, Гаджигабул).Для этих территорий характерен разреженный рельеф, отсутствие растительного покрова сильные эрозионные процессы. Исследования показали ,что в природных средах скорость эрозионных процессов и опустынивание увеличивается экспоненциально с уменьшением растительного покрова. Уменьшение растительного покрова вызывает увеличение процессов эрозии почв и потерь плодородного слоя. Анализ итоговой карты показывает ,что значительные процессы опустынивания характерны также для Ширвано-Муганьской равнины(Сабирабад, Нефтечала, Саатлы) далее идут (Сальяны,

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Имишли, Бейлаган, Барда) и в конце районы Агджабеди и Мингечаур.



а) б) в)

г) д) е)

Рис. 1. а) районирование территорий, б) цифровая модель рельефа, в) космический снимок Terra Modis - июнь 2009, г) цифровая электронная карта почвенно-растительного покрова, д) карта землепользования, е) карта эрозионных процессов

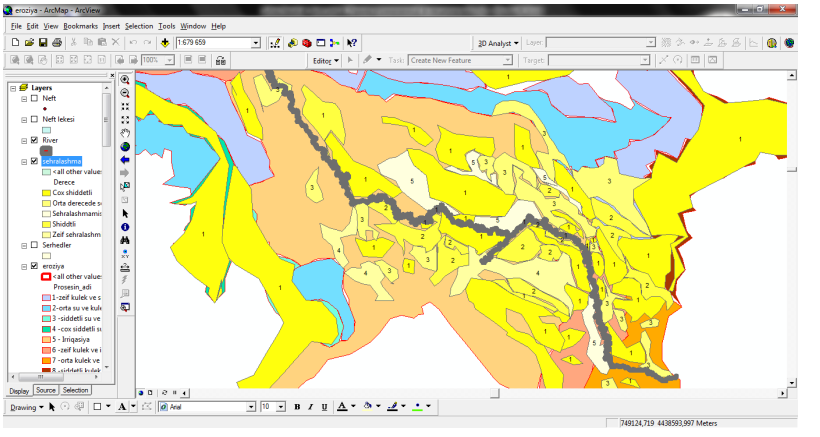


Рис. 2. Цифровая электронная карта опустынивания

Литература. **1.** М.Р.Бабаев, Е.А.Гурбанов. Опустынивание - изучения почвенного деградация. Баку, "Елм", 2008 г., 47 стр. M.P.Babayev, E.A.Qurbanov. Səhralaşma – torpaq deqradasiyas2n2n tədqiqi. Bak2, "Elm", 2008, 47 səh. **2.** Н.Г. Харин – Комплексные карты опустынивания и методика их составления по космическим снимкам. Исследование земли из космоса, № 1, 1985, с.52-59. **3.** Т.Майконон. Состояние опустынивания и осуществление плана действий ООН по борьбе с опустыниванием. Проблемы освоения пустынь, 1992, №3, с.16-22.

Мілявський Ю.Л.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Дослідження стійкості та мінімальнофазовості багатовимірних динамічних систем з різними частотами дискретизації вхідних і вихідних координат

У зв'язку з активним розвитком і поширенням теоретичних і прикладних досліджень різнотемпових систем керування [1] виникає потреба у спеціальному дослідженні проблеми стійкості та мінімальнофазовості таких систем у загальному випадку. Нехай задано однотемпову стійку/мінімальнофазову систему типу "вхід-вихід", динаміка якої представлена матричною дискретною передатною функцією або багатовимірною (матрично-поліноміальною) моделлю типу авторегресійного ковзного середнього (ARMA). Нехай також існує інша система, з різнотемповою дискретизацією вхідних і/або вихідних координат, еквівалентна першій системі у тому сенсі, що якщо значення вхідних координат для обох систем збігаються у спільних точках дискретизації, то і значення вихідних координат збігатимуться у спільних точках дискретизації. Чи буде така різнотемпова система теж стійкою/мінімальнофазовою?

Спочатку розглянемо випадок, коли різнотемпова модель має швидке (часте) квантування на входах (з періодом T_0) і повільне (рідке) на виходах (з періодом $h = mT_0$).

Твердження 1. Нехай початкова однотемпова модель є стійкою, мінімальнофазовою і має полюси $\delta_1, ..., \delta_p$. Тоді відповідна різнотемпова модель також буде стійкою (з полюсами $\delta_1^m, ..., \delta_p^m$) і мінімальнофазовою [2].

Тепер розглянемо властивості математичних моделей з повільним квантуванням на вході і швидким на виході. Для цього було розроблено методику переходу від однотемпової моделі типу "вхід – вихід" до еквівалентної різнотемпової з повільним квантуванням на входах і швидким на виходах.

Твердження 2. Нехай початкова однотемпова модель з періодом дискретизації T_0 є стійкою, мінімальнофазовою і має полюси $\delta_1, ..., \delta_p$. Тоді відповідна різнотемпова модель з періодом дискретизації вхідних координат $h = mT_0$ також буде стійкою (з полюсами $\delta_1^m, ..., \delta_p^m$) і мінімальнофазовою.

При цьому необхідно підкреслити таке: якщо однотемпова система є немінімальнофазовою, відповідна різнотемпова система може стати нестійкою.

Твердження 3. Дискретна багатовимірна система є стійкою тоді і тільки тоді, коли полюси передатних функцій по усіх каналах лежать у крузі одиничного радіуса.

Відзначимо, що аналогічне твердження несправедливе стосовно мінімальнофазовості багатовимірних систем. На основі трьох доведених тверджень в загальному випадку можна зробити такий висновок.

Твердження 4. Якщо початкова однотемпова система є стійкою і мінімальнофазовою, то різнотемпова система, у якої частина вхідних та/або вихідних координат має збільшений період дискретизації, теж буде стійкою та мінімальнофазовою. Якщо початкова система була стійкою, але немінімальнофазовою, то еквівалентна різнотемпова система може стати нестійкою.

Також із виведених аналітичних співвідношень між полюсами початкової та отриманої в результаті різнотемпової дискретизації систем випливає, що чим нижчою є частота дискретизації (чим більше m), тим ближчими будуть полюси різнотемпової системи до початку координат.

Література. **1.** Згуровский М.З., Романенко В.Д. Системы фильтрации и управления с разделяющимися разнотемповыми движениями. – К.: Наукова думка, 1998. – 376 с. **2.** Романенко В.Д., Мілявський Ю.Л. Дослідження стійкості одновимірних і багатовимірних систем із різнотемповою дискретизацією // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2010. – № 5. – С. 75 – 80.

Настенко Е.А.[1,2] ***Белошицкая О.К.***[1]
[1] *Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", ММИФ, Киев, Украина;* [2] *Национальный институт сердечно-сосудистой хирургии им. Н.М.Амосова НАМН Украины, Киев, Украина*

Клеточно-автоматная модель работы капилляров на основе программы Cellular Automata (v. 6.1.2)

Применение подхода клеточно-автоматного моделирования позволяет изучить поведение капиллярной сети в самоорганизующейся системе и исследовать различные взаимодействия моделируемой ткани и артериальных сосудов капиллярной сети.

Программа Cellular Automata (v. 6.1.2.) представляет собой модель микроциркуляторной сети в виде клеточного автомата (КА), на основе которого можно исследовать основные статические и динамические свойства функционирования сосудистой системы [1].

Количество активных (открытых) капилляров на каждом этапе изменяется и зависит от метаболических свойств активности тканей, в частности диссипации и порога активности.

Капиллярная сеть относится к критически самоорганизующимся системам 4 рода (описывается с помощью систем дифференциальных уравнений и уравнений Навье-Стокса) и поэтому правила взаимодействия должны быть сформулированы так, чтобы выполнялись условия оксигенации между моделируемой тканью и капиллярной сетью. Эту проблему можно решить с помощью современных методов математического моделирования, а именно с помощью КА.

К изменению числа активных (открытых) капилляров и продолжительность их нахождения в активном состоянии приводит изменение метаболической активности тканей и уровня системного кровотока.

При нормальной насыщенности кислородом окружающие ткани прекапиллярных сфинктеров закрываются под действием центральной нервной системы и кровоток останавливается.

С помощью клеточно-автоматной модели в программе Cellular Automata (v. 6.1.2.) точно отображено процесс активации и деактивации капилляров, которые можно проследить, изменяя только один параметр – потенциал капилляров и клеток тканей. Капиллярная сеть смоделирована таким образом, что КА состоит из двух типов клеток – один, который имитирует клетки тканей, и второй – с дискретными состояниями (открытый или закрытый), имитирующий капилляры.

Клеточно-автоматная модель работы капилляров дала возможность проанализировать работу капилляров и показать, что при уменьшении расстояний между активными клетками и увеличении их количества, меняется динамика закрытых и открытых клеток, увеличивается стойкость моделируемой ткани для метаболической нагрузки. По полученным результатам можно сказать, что для заданных начальных условий количество закрытых клеток существенно превышает количество открытых клеток, а это значит, что клетки ткани получают достаточное количество кислорода, что характерно для состояния покоя. Также удалось изучить количество поступления кислорода из капиллярной сети при метаболических нагрузках и в состоянии покоя. Исследования показали, что в состоянии покоя динамика открытия капилляров, то есть поступление кислорода, имеет пилообразную форму, подобную графике ритма сердечных сокращений. А при изменении порогов происходит изменение динамики кровотока и поступление кислорода к тканям на более беспорядочную.

Клеточно-автоматная модель дала возможность изучить разнообразные зависимости снабжения кислорода к тканям из капилляров и изучить поведение капиллярной сети в разных условиях кровообращения. Модель эффективна для исследования сложности поведения капиллярной сети в учебной и научно-исследовательской работе студентов.

Литература. 1. G. Knyshov, Ye. Nastenko, V. Maksymenko, O. Kravchuk, Yu. Shardukova. The Interactions between Arterial and Capillary Flow with Cellular Automaton / WC 2009, IFMBE Proceedings 25/IV, 2009. Munich. P. 572–574.

Негоденко А.С., Селін О.М.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Розробка імітаційної моделі роботи страхової компанії з використанням теорії масового обслуговування

В сучасному світі з розвитком ринкової економіки все більш популярним стає страхування у всіх можливих його видах: починаючи від майна, закінчуючи частинами тіла. Лише в Україні працює більше ста страхових компаній, хоча порівняно успішними є лише декілька. Потрапити на ринок страхування, успішно там працювати, отримувати вигоду навіть при великій кількості страхових виплат під силу не кожній компанії. Тому для того, щоб беззбитково працювати на страховому ринку, компанії необхідно налаштувати параметри своєї робочої моделі так, щоб максимізувався основний параметр, що характеризує її діяльність, тобто прибуток. В зв'язку з цим метою даної роботи є знаходження параметрів моделі роботи компанії, за яких компанія не лише б не збанкротувала, а й могла прибутково працювати. Для проведення дослідження побудовано та реалізовано у програмному середовищі імітаційну модель, оскільки процес, що ми розглядаємо має статистичну основу. Основним параметром, що відповідає за діяльність компанії вважається розмір страхової ставки (a), тому другим кроком дослідження є оцінка розміру страхової ставки, за якого компанія б не збанкротувала. І нарешті основне завдання — це визначення розміру страхової ставки, при якій прибуток був би максимальним. Вважаємо, що ряд параметрів імітаційної моделі нам уже задано. До них відносяться: загальна кількість клієнтів на ринку, що розглядається, ймовірність настання страхового випадку, середня ставка страхування на ринку, середній розмір майна, що страхується, початковий капітал та видатки на утримання та видатки на обслуговування одного клієнта [1]. Для того, щоб максимально наблизитись до життєвої ситуації у страхуванні з урахуванням складності математичного апарату ми дійшли до деякого компромісу, яким і являється побудована нами модель. В основі цієї моделі лежить динамічна модель розорення [2]. Розглядається деякий потік клієнтів, що приходять у нашу компанії впродовж усього часу її функціонування та укладають договори тривалістю один період, довжина якого задається користувачем як вхідний параметр моделі. Попередньо також визначається ряд параметрів, що характеризує цю модель: початковий капітал, фіксовані та варіативні видатки, потік клієнтів, потік страхових подій, розмір втрат, франшиза, відсоткова ставка, мінімальний, максимальний та середній розмір страхування. Крім того, потрібно вказати не лише модельні настройки, а й часові рамки у загальних налаштуваннях. До них відносимо, тривалість періоду, що ми розглядаємо, загальна кількість періодів, що нас цікавлять, та параметр, що відповідає за перерахунок отриманих даних. В ході дослідження розглядаються динамічні моделі страхування. За основу були обрані саме динамічні моделі через те, що вони краще статичних можуть характеризувати реальні події. Динамічні моделі відрізняються від статичних тим, що в них події розвиваються у часі. Найпростіша модель того роду включає лише два процеси: процес виплати премій і процес страхових виплат. Ці два процеси протікають в різних масштабах часу. Премії наступають набагато частіше, ніж приходять позови(необхідні страхові виплати), але при цьому розмір премій набагато менше ніж розмір позовів, що приходять.

В роботі представлені результати проведених чисельних експериментів з перевірки якості роботи розробленої моделі. Досліджено роботу компанії експериментально на базі імітаційної моделі. Результати статистичного моделювання показали, що розмір сукупного капіталу набуває максимального значення, якщо відсоткова ставка при страхуванні обирається дещо нижчою, ніж середня на ринку у досліджуваному випадку — 0.95a.

Література. **1.** Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.enci.ru/ **2.** Фалин Г. И. Математический анализ рисков в страховании / Г. И. Фалин. – М., 2000. – 130 с. – ISBN 5-88635-003-0.

Недашківська Н.І.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Коригування матриць парних порівнянь без участі експерта

Складовими більшості сучасних методологій підтримки прийняття рішень є методи парних порівнянь. Вони використовуються на етапі розрахунку локальних ваг альтернатив рішень за якісним критерієм на основі експертних оцінок. Зокрема, в методах аналізу ієрархій [1] експерт попарно порівнює альтернативи у спеціальній фундаментальній шкалі відносної важливості і за результатами будуються матриці парних порівнянь (МПП) $D_{n\times n} = \{d_{ij} | i,j = 1,\dots,n\}$ із властивостями $d_{ij} > 0$, $d_{ji} = 1/d_{ij}$.

Сильно узгодженою (далі – узгодженою) називається МПП $D_{n\times n}$, для якої виконуються транзитивності $d_{ij} = d_{ik}d_{kj}$ для $\forall i,j,k = 1,\dots,n$. **Слабо (порядково) узгодженою** називається МПП $D_{n\times n}$, для якої виконуються порядкові транзитивності, тобто $\nexists i,j,k$ $(d_{ij} > 1) \wedge (d_{jk} > 1) \wedge (d_{ik} < 1)$. Якщо ж існує така транзитивність, яка не зберігає порядок, то елемент d_{ik} називається викидом.

Для оцінювання рівня неузгодженості МПП використовуються показники CR, GCI, HCR, CI^{tr} [1] та наступний **критерій узгодженості**: МПП є допустимо неузгодженою, якщо показник узгодженості не перевищує своє порогове значення. Експертні оцінки без допустимої неузгодженості вважаються суперечливими і тому не можуть бути використані при прийнятті рішення. Традиційний підхід до підвищення узгодженості експертної інформації – це організація зворотного зв'язку з експертом, коли йому для перегляду повертаються вся недостатньо узгоджена МПП або її найбільш неузгоджені елементи.

В роботі наведено запропонований алгоритм коригування МПП залежно від її властивостей без участі експерта, що дозволяє економити фінансові та часові ресурси.

Сформульовано та доведено узагальнені твердження про мультиплікативне та адитивне коригування МПП без участі експерта, коли для вимірювання узгодженості використовуються декілька показників.

Твердження (мультиплікативне коригування). Нехай $D^*_{n\times n} = (d^*_{ij})$ – скоригована МПП, $d^*_{ij} = (d_{ij})^{\alpha}(\frac{w_i}{w_j})^{1-\alpha}$, $\alpha \in (0,1)$ – параметр коригування. Тоді $CI^* \leqslant CI$, $GCI^* \leqslant GCI$, $HCI^* \leqslant HCI$ та $CI^{tr*} \leqslant CI^{tr}$, де CI^*, GCI^*, HCI^* та CI^{tr*} – відповідно традиційний, геометричний, гармонічний індекси узгодженості та індекс узгодженості транзитивностей скоригованої МПП $D^*_{n\times n}$; CI, GCI, HCI та CI^{tr} – індекси узгодженості початкової МПП $D_{n\times n}$; рівності $CI^* = CI$, $GCI^* = GCI$, $HCI^* = HCI$ та $CI^{tr*} = CI^{tr}$ виконуються тоді і тільки тоді, коли $D_{n\times n}$ узгоджена.

Аналогічне твердження виконується для адитивного коригування МПП:
$d^*_{ij} = \alpha d_{ij} + (1-\alpha)(\frac{w_i}{w_j})$, якщо $i < j$ та $d^*_{ij} = (\alpha d_{ji} + (1-\alpha)(\frac{w_j}{w_i}))^{-1}$, якщо $i \geqslant j$.

Ці твердження свідчать про те, що при мультиплікативному та адитивному коригуваннях без участі експерта покращується узгодженість не лише за показником $CR = CI/MRCI$, а й за показниками GCI, $HCR = HCI/MRHCI$ та CI^{tr}, де $MRCI$, $MRHCI$ - табличні величини. Показано, що такі коригування слід використовувати для слабо узгоджених МПП.

Сформульовано метод пошуку найбільш неузгоджених елементів та викидів в МПП за множиною показників узгодженості та метод коригування викидів без участі експерта. Показано, що ці методи слід використовувати, якщо МПП не має властивості слабої узгодженості.

Даний алгоритм коригування МПП призначений для використання в системах підтримки прийняття рішень при розв'язанні задач вибору, розподілу ресурсів, оцінювання альтернатив рішень за множиною кількісних та якісних критеріїв, оцінювання сценаріїв розвитку, в задачах планування та технологічного передбачення.

Література. 1. Панкратова Н.Д., Недашківська Н.І. Моделі і методи аналізу ієрархій: Теорія. Застосування: Навчальний посібник. – К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2010. – 371 с.

Нікуліна А.О., Стусь О.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Використання методів спектральної теорії графів для вдосконалення когнітивних моделей

Останнім часом когнітивне моделювання стає дуже поширеним методом дослідження складних динамічних систем.

Найскладнішим та найменш формалізованим етапом моделювання є побудова когнітивних карт, адже на їх основі відбувається дослідження, і від їх достовірності залежіть якість аналізу. Частіше за все такі карти будуються аналітіками за допомогою експертів.

В системах існує безліч факторів, які неможливо врахувати при побудові моделі, адже таку систему стане складно дослідити через її високу розмірність. Тому при побудові моделі необхідно виділити найголовніші фактори та розглядати зв'язки між ними. Саме через це когнітивна карта системи не є детермінованою та може бути побудована по-різному. Досить часто виявляється, що отримана модель є нестійкою. Але при цьому дуже складно побачити, що саме треба змінити для того, щоб покращити модель.

Постає питання вдосконалення когнітивних моделей для досягнення їх стійкості, існування якої є необхідною умовою коректності дослідження, що проводиться. Потрібна розробка спеціального обґрунтованого алгоритму, який би дозволив зробити вже існуючу когнітивну карту стійкою за значенням, за збуренням та структурно.

Якщо побудована когнітивна карта системи виявиться нестійкою, для виправлення моделі системи потрібно додатково проаналізувати карту та внести до неї деякі зміни. Існують різні методи подолання нестійкості, наприклад:

- Переоцінити значення сили впливу деяких з факторів
- Помножити вихідну матрицю суміжності A на стабілізуючий множник $0 < k_{stable} < 1$ такий, що матриця $k_{stable}A$ буде чисельно стійкою [1]
- Додати до моделі системи новий фактор [2]
- Додати нові зв'язки в модель системи
- Видалити один або декілька факторів
- Видалити один або декілька зв'язків

Кожен з методів має свої переваги і недоліки, знання яких допомогає при роботі з когнітивною картою. Деякі методи можна аргументувати за допомогою спектральної теорії графів, тому були розглянуті відповідні теореми та твердження, які допомагають вдосконалити модель системи. Крім того, цікавим є аналіз когнітивної карти та її спектра з точки зору алгебричних методів дослідження поліномів. На основі проаналізованої теорії був побудований спеціальний алгоритм вдосконалення когнітивних карт, який врахував як теоретичні, так і чисельні дослідження.

Розроблений алгоритм реалізований в середовищі програмування Maple. Розроблена програма аналізує введену матрицю суміжності когнітивної карти, та у випадку її нестійкості надає рекомендації щодо її покращення. Для реалізації алгоритму були використані теореми спектральної теорії графів та алгебричної теорії поліномів, ефективність яких була підтверджена на конкретних прикладах. В роботі для ілюстрації були розглянуті моделі різного типу та походження.

Таким чином, була проведена робота не тільки по дослідженню когнітивних карт, а й по методам їх вдосконалення. За її результатами було розроблено та реалізовано алгоритм по вдосконаленню моделі системи, який було продемонстровано на чималій кількості прикладів. Проведена робота може бути корисною для використання аналітиками при побудові моделей.

Література. **1.** Максимов В.И. Структурно-целевой анализ развития социально-экономических ситуаций // Проблемы управления. – 2005. – № 3. – с. 11-18. **2.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Технологическое предвидение. – К.: ІВЦ «Видавництво "Політехніка"», 2005. – 156 с.

***Окушко С.В.*[1] *Зібарова Т.А.*[2]**
[1]*Придністровський державний університет ім. Т.Г.Шевченка, Тираспіль, Молдова;* [2]*Київський технологічний ліцей "ОРТ", Київ, Україна*

Задачі технологічного й абстрактного синтезу моніторингу

Під час організації процесу та системи мониторингу можна виділити задачі їх технологічного й абстрактного синтезу. Уявімо, що для організаційної системи (ОС) відомі її O_s- організаційна, функціональна (Φ_s), (I_{ns}) – інформаційна моделі, множину споживачів інформації G={q}, родина цільових систем C, C_i,i∈$[\overline{1, cardG}]$, обмеження B_S, B_i та інші категорії початкових даних; а для моніторингу - його вербальна й формалізована моделі. Формалізована модель моніторингу має вигляд:

$$\tilde{\zeta}\colon \tilde{X}\times\tilde{Z}\times\tilde{U}\times\tilde{F}\times T \to \tilde{\Upsilon}, \quad (1)$$

де $\tilde{Z}$ - стан $\tilde{S}_m$, $\tilde{U}$- керування, $\tilde{F}$- обурення, або дії протиборчої сторони, або і те і інше одночасно, T- час, $\tilde{\zeta}$-оператор, з формалізованою схемою:

$$\tilde{\zeta}=<\tilde{\zeta}_1,\tilde{\zeta}_2,\ldots,\tilde{\zeta}_k;\ \tilde{r}_1,\tilde{r}_2,\ldots,\tilde{r}_n> \quad (2)$$

де $\tilde{\zeta}_i$ локальний оператор, i= $\overline{1,k}$;$\tilde{r}_j$; j= $\overline{1,n}$ - відношення, що поєднує локальні оператори.

Кожний $\tilde{\zeta}_i$формує локальну операцію

$$\left.\begin{array}{l}\tilde{\zeta}_i : \tilde{X}_i \times \tilde{Z}_i \times \tilde{U}_i \times \tilde{F}_i \times \tilde{T} \to \tilde{Q}_i,\\ \tilde{X}_i = \tilde{Q}_{is}, i = \overline{1,n},\\ \tilde{x}_0 = (\tilde{x}_1^0, \tilde{x}_2^0, ..., \tilde{x}_l^0), \tilde{X}_i = (\tilde{x}_1^i, \tilde{x}_2^i, ..., \tilde{x}_l^i),\\ \tilde{Q}_{is} = (\tilde{X}_i, \tilde{Z}_i, \tilde{U}_i, \tilde{F}_i), \tilde{U}_i = (\tilde{u}_1^i, \tilde{u}_2^i, ..., \tilde{u}_r^i),\end{array}\right\} \quad (3)$$

котру можна також уявити, як:

$$\tilde{O}_p = <\tilde{X}_i,\tilde{\zeta}_i,\tilde{Q}_i> \quad (4)$$

Оператори $\tilde{\zeta},\tilde{\zeta}_i$ відображають у просторі та часі потоки первинної інформації $\tilde{X}(\tilde{x}_i)$ у вихідні потоки информації для прийняття рішення $\tilde{\Upsilon}(\tilde{\Upsilon}_i)$.

Задача 1. Дано: S с O_s, Φ_s, I_{ns}, G. Необхідно визначити множину контролюємих параметрів і показників $\tilde{\Upsilon}$, $\tilde{\Upsilon}_i$ відповідно для системи S і кожного q∈G, що задовільняють задані вимоги B_S і B_i й родину цільових систем C, C_i, i=1,2,...

Задача 2. Побудувати алгоритми знаходження, виділення і класифікації параметрів y_j на заданих інтервалах [t_-, t_+] за допомогою обробки й аналізу потоків $\left\{\tilde{X}(t)\right\}$, а також доставки їх до заданого часу і місця (тобто споживачам $g \in G$).

Задача 3′ Дано: система S з Φ_s,O_s, I_{ns},G з множиною допустимих інформаційних технологій $T_{h,}$, таких, що ($\forall I_d(O_{pi})$ C, $\{C_i\} \in \tilde{\Gamma}$) ($\exists t_h \in T_h$), i=1,2,...: Необхідно визначити набір $\{t_h\}^* \subseteq T_h$ і побудувати таку структуру T(S_M) T(S_M)=<$\{t_h\}^*$, L_t>, котра покриває процес (1), що заданий графом або графоїдом $\tilde{\Gamma}$ й задовільняє родину цільових систем C, C_1, i=1,2,...

Структура T(S_M) – це модель програмного забезпечення моніторингу.

Задача 3. Нехай вихідні дані задачі 3′ розширені, шляхом включення в них обмежень D_s,D_i і критеріїв λ,λ_i. Необхідно побудувати структуру T(S_m), що задовільнить родину C, {C_i}, i=1,2,..., а також обмеженням D,D_i і надає критеріям λ,λ_i єкстримальних значень.

Задача 4. Дано: Φ_s, Φ_{si} I_{ns}, I_{nsi}, T(S_M), C_i, C, G, а також вимоги до системи моніторингу B_M, B_{Mi}. Необхідно побудувати організаційні структури системи моніторингу S_M: O_M, O_{Mi}.

На рис.1 дано одне з можливих рішень задачі 4 для O_M, а рис. 2, ілюструє структуру O_{Mi}.

1. Корпоративний центр обробки інформації
2. Локальний корпоративний вузел обробки інформації
3. Спеціалізований вузол обробки інформації
4. Об'єкт керування і зовнішня середовище

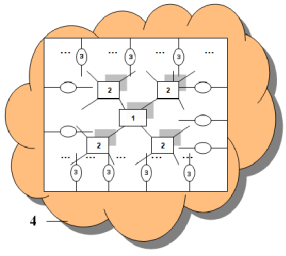


Рис. 1. Організаційна структура системи

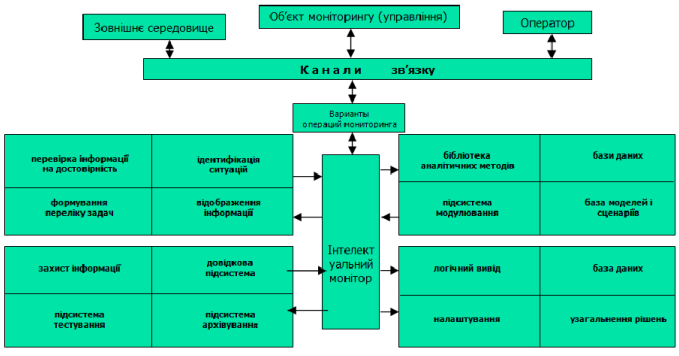


Рис. 2. Побудована за типом структура центра (вузла) обробки інформації

Задачі 1-4 відносяться до технологічного напряму синтезу.

Задача 5. Нехай задано формалізовані моделі моніторингу $\tilde{\zeta}$ та $\tilde{\zeta}_i$ (див. (1) – (4)). Необхідно відтворити математичну модель або систему моделей моніторингу, тобто знайти такі значення ν,ν_i що:

$$\nu : \tilde{\zeta} \to \zeta(\tilde{X} \to X, \tilde{\mathrm{Z}} \to \mathrm{Z}, \tilde{U} \to U, \tilde{F} \to F),$$
$$\nu_i : \tilde{\zeta}_i \to \zeta_i(\tilde{X}_i \to X_i, \tilde{\mathrm{Z}}_i \to \mathrm{Z}_i, \tilde{U}_i \to U_i, \tilde{F}_i \to F_i),$$

оператори ζ, ζ_i відносяться до заданого класу.

Визначення: Абстрактною операцією моніторингу називається конструкція вигляду $\mathrm{A}_i = < O_p^1, \zeta_i, O_p^2, C_i >$, в якій вихідний O_p^1 і вихідний O_p^2 операнди представлені у вигляді абстрактних моделей, а оператори ζ_i–алгоритмічною схемою, що реалізую процес обробки інформації. Операція вважається виконаною, якщо її результатом є зміна хоча б одного з параметрів операнду O_p^1 і досягнення цілі C_i.

Задача 6. Дано: формалізований опис $\tilde{\zeta}$, наприклад, у вигляді (1), й вимоги, пред'явлені до алгоритмічного опису моніторингу. Необхідно: розчленувати процес (1) на елементарні акти $\tilde{\zeta}_i$ типу (3) або (4), специфікувати $\tilde{\zeta}_i$ за видами обробки, замінити кожний специфікований акт $\tilde{\zeta}$ відповідною абстрактною операцією моніторингу, тобто реалізувати відображення ν_i:$\tilde{\zeta}_i \to \zeta_i$; індентифікувати процес $\tilde{\zeta}$, маючи на увазі співвідношення (2), тобто реалізувати відображення $\nu : \tilde{\zeta} \to \zeta$. Рішення, прийняті на кожному етапі, мають відповідати заданим вимогам.

Алгоритмічний процес ζ, отриманий в результаті рішення задачі 6, використовується у подальшому, як елемент імітаційної моделі моніторингу.

Задача 6 являє собою одну з реалізацій більш загальної задачі 5.

Задачі абстрактного синтезу (5 та 6) актуальні, коли вирішуються проблеми аналізу, стійкості, якості, ефективності та інших оцінок технологічного синтезу моніторингу.

Орлов О.А. *— рецензент Болдак А.О.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Методика оцінювання сталого розвитку муніципалітетів

Проблеми, які виникають сьогодні перед великими та малими містами, вимагають формування системних, науково обгрунтованих планів дій та стратегій управлінських рішень. Порядок денний питань, що потребують найбільшої уваги місцевих громад та місцевої влади, визначено на міжнародному рівні і національному рівні в Україні; глобальним викликом перед муніципалітетами є забезпечення сталого розвитку – збалансованого розвитку за трьома вимірами: економічним, екологічним та соціально-інституціональним [1].

Світовий досвід демонструє ефективність використання індикаторів – кількісних показників, які виражають певну характеристику системи в контексті сталого розвитку, є доступними для вимірювання та відносно легко можуть бути сприйняті і інтерпретовані особами, що приймають рішення, – для оцінки сталого розвитку. Вперше запропонована у роботі [2], метрика вимірювання сталого розвитку (МВСР) пропонує ієрархічний фреймворк для агрегації індикаторів за трьома вимірами сталого розвитку та категоріями політики – узагальненими оцінками, що відповідають певному напряму стратегічної управлінської діяльності у сфері сталого розвитку.

При оцінці сталого розвитку муніципалітету важливим є залучення місцевої громади на етапі визначення індикаторів, які мають бути проблемно-орієнтованими, актуальними для конкретного муніципалітету та базуватись на місцевих даних [3].

Методика, що пропонується, формалізує процес формування множини індикаторів за участі місцевих експертів, їх нормування та агрегації, а також аналізу отриманих значень з метою вироблення рекомендацій особам, що приймають рішення.

В першу чергу, на основі міжнародних та українських нормативних документів, існуючих досліджень – світової практики з оцінки сталого розвитку на рівні міст – визначено категорії політики та аспекти сталого розвитку для утворення ієрархії МВСР.

Безпосередньо методика передбачає наступні етапи:

- формування множини потенційних індикаторів за участі місцевих експертів;
- якісна верифікація набору індикаторів і скорочення розмірності: для потенційних індикаторів, визначених експертами, будується граф причинно-наслідкових зв'язків (когнітивна карта); на основі аналізу його матриці інцидентності визначаються малоінформативні індикатори;
- нормування індикаторів: за участі місцевих фахівців встановлюється області допустимих значень для індикаторів, в межах яких і відбувається нормування;
- статистична верифікація набору індикаторів і скорочення розмірності: за наявності достатньої серії вимірів для визначених індикаторів, статистичними методами (коефіцієнт множинної детермінації) виявляються статистично малоінформативні індикатори;
- аналіз чутливості: визначається чутливість результатів моделювання до змін у структурі моделі;
- аналіз критичних індикаторів: визначаються індикатори, які роблять найбільший негативний внесок у агреговані індекси сталого розвитку та гармонізацію розвитку за трьома вимірами.

Література. **1.** Charter of European Cities and Towns Towards Sustainability (as approved by the participants at the European Conference on Sustainable Cities & Towns in Aalborg, Denmark, on 27 May 1994): http://ec.europa.eu/environment/urban/pdf/aalborg_charter.pdf **2.** Згуровський М.З. Глобальне моделювання процесів сталого розвитку в контексті якості та безпеки життя людей. – Київ, Політехніка. – 2007. **3.** Reed M., Fraser E., Dougill A. An Adaptive Learning Process For Developing And Applying Sustainability Indicators With Local Communities. // Ecological Economics. 2006, Vol. 59. - PP. 406-418.

Піндак Р.О., Яцишин М.М.
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна

Створення концептуально-алгоритмічної моделі процесу усунення флюїдопрояву при бурінні нафтових і газових свердловин

Спорудження свердловин – багатогранний процес і завжди обумовлений можливістю виникнення різного роду ускладнень та аварій. Незважаючи на приділення значної уваги до проблеми попередження флюїдопроявлень (ФП), уникнути їх повністю, як показує практика-буріння, не вдається. До проявів належать довільний вихід промивальної рідини, пластового флюїда різної інтенсивності (перелив, викид, фонтан) через устя свердловини по міжтрубному простору, бурильних трубах, міжколонному простору або заколонному простору за межами устя свердловини (грифони). Переливи – це вихід рідини через устя при відсутності подачі промивальної рідини в свердловину. Викиди – аперіодичний викид рідини або газорідинної суміші через устя на значну висоту. Фонтани – безперервний інтенсивний викид великої кількості пластового флюїда через устя свердловини [1].

Причиною флюїдопроявів є порушення рівноваги гідравлічного тиску в свердловині p_c і проявляючому пласті $p_{пл}$, що призводить до надходження флюїду із пласта в свердловину при $p_c < p_{пл}$. Проникність пласта відповідає його природному стану або посилена гідророзривом. На практиці найчастіше застосовуються два методи ліквідації газонафтоводопроявів (ГНВП): метод зрівноваженого пластового тиску, метод ступінчастого глушіння свердловини.

Враховуючи слабку структурованість даних та специфіку побудови баз даних, для опису процесу моделювання усунення флюїдопроявів використано математичний апарат теорії категорій, який має потенціал для забезпечення ефективної та природної формалізації об'єкта. Запропоновано застосувати концепцію теорії категорій та введено основні положення, які використано в процесі моделювання процесу моделювання усунення флюїдопрояву при бурінні нафтових і газових свердловин. Використано трикутник об'єднання об'єктно–орієнтованої бази даних і об'єктно–реляційної моделі для опису процесу ліквідації флюїдопрояву при бурінні, використано в процесі моделювання процесу усунення флюїдопрояву при бурінні нафтових і газових свердловин.

Застосовано трикутник об'єднання об'єктно–орієнтованої бази даних і об'єктно–реляційної моделі для опису процесу ліквідації флюїдопрояву при бурінні, використано конструкцію конуса для того, щоб вказати зміни, які охоплює підмножину значень. Використовуючи діаграму пошуку, введено означення та визначення, які дозволять описати дану область за допомогою математичного апарату теорії категорій. Означення 1. Нехай A, B, C – об'єкти категорії GD; $[f, h, g]$ – трійка функторів відношень між об'єктами категорії. Тоді зображення для категорії набуде вигляду:

$$(A \xrightarrow{f} B \xrightarrow{g} C) \circ ((A \xrightarrow{h} C) \circ (B \xrightarrow{g} C)) \tag{1}$$

Означення 2. Нехай A, C – об'єкти категорії; δ, δ_γ проекційні стрілки для відкритого трикутника опису категорії GD. Оскільки даний підхід ставить строгі умови, доповнення категорії буде мати вигляд:

$$[\delta, \delta_\gamma] : A \times C \tag{2}$$

Означення 3. Нехай $h : \delta \circ \delta_\gamma$ $A \xrightarrow{f} B, C \xrightarrow{g} B$, тоді частковим результатом при зворотньому відображенні буде:

$$A \times C : h \to \delta \circ \delta_\gamma \tag{3}$$

Запропоновано концептуальну модель, яка буде використовувати гідрогеологічні і структурні параметри бурових свердловин (сукупність функцій і правил для досягнення глобальної цілі – усунення флюїдопрояву) предметної області. Для цього використано метематичний апарат

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

запропонований у роботі [2], для цього кожна ціль C – це усунення флюїдопрояву і задається своїм повним означенням – $D(C)$ кон'юнкцією часткових визначень з типами T (властивості водоносного шару, глибина пласта, параметри свердловини), множина яких фіксована для категорії:

$$T(C) = [L(C), B'(C,S), S(C)], \tag{4}$$

де $L(C)$ — параметр степені визначеності $T(C)$:

$$L(C) \in \{d, p, u, n\}, \tag{5}$$

де d, p, u, n – набори параметрів, знань, при наявності яких можна робити висновок: d – флюїд з прогнозованим якісним складом; p – флюїд з непрогнозованим якісним складом, u – пласт з непрогнозованим кількісними ознаками флюїду, n – пласт з прогнозованим кількісними ознаками флюїду.

Задано цілі та параметри, через які визначається C в рамках S: для $B'(C,S)$: *параметри*: S = [геологічна будова, якісний склад флюїду, глибина флюїдопрояву, структурна будова свердловини]; *цілі* – C = [ефективність усунення флюїдопрояву, придатність використання свердловини, прогнозна швидкість усунення]; для $B''(C,S)$: *параметри* – S = [час міграції пачки флюїду, коефіцієнт надстисливості газу і температура в умовах вибою, зміна тиску в кільцевому просторі за відповідний проміжок часу]; *цілі* – композиція $C_B = C_B \vee C_{B'}$; $S(C)$ – це множина параметрів, яка змінюється в залежності від цілей.

Використавши запропонований математичний апарат, здійснено алгоритмізацію процесу моделювання. Використано ієрархічний шаблон MVP(model-view-presenter) [3]. Модель (model) відповідає за обробку даних, представлення (view) – за відображення даних, а презентер(presenter) зв'язує модель з представленням. Даний ієрархічний шаблон володіє тонким інтерфейсом, що дозволяє з легкістю застосувати різноманітні інтерфейси для представлення даних.

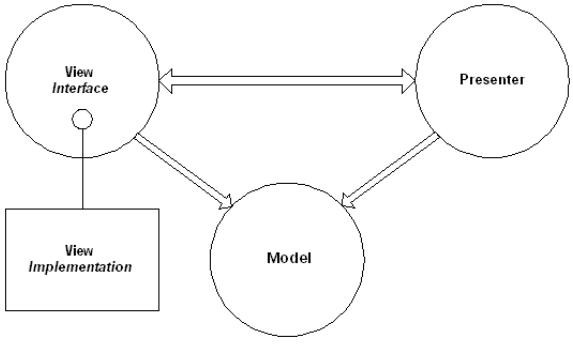


Рис. 1. Діаграма ієрархічного шаблону класів MVP

Подальші дослідження будуть направлені на створення програмного продукту та удосконалення алгоритму для процесу моделювання і підтримки прийняття рішень при ліквідації флюїдопроявів.

Література. **1.** Довідник з нафтогазової справи / За заг. ред. докторів технічних наук В.С. Бойка, Р.М.Кондрата, Р.С. Яремійчука. – К.: Львів, 1996. – 620 с. **2.** Бойчук Л.О. Управление процессом прогнозирования наличия геотермальных вод на истощенных нефтегазовых месторождениях/ Бойчук Л.О., Яцышин Н.Н. Юрчишин В.Н.// Материалы XI Международной научно-технической конференции: Кибернетика и высокие технологии XXI века (C&T-2010). – 12–14 мая 2010 года, Воронеж, Россия. – Воронеж.: ВГУ, 2010. – С.343–351. **3.** Mike Potel MVP: Model-View-Presenter The Taligent Programming Model for C++ and Java, Taligent, Inc. 1996 nc

Палійчук Л.С.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Глобальні атрактори для автономного хвильового рівняння з розривною нелінійністю

Проведено дослідження асимптотичної поведінки розв'язків автономного хвильового рівняння з розривною нелінійністю. Поставлена задача розглядається в обмеженій області $\Omega \subset \mathbf{R}^n$ з достатньо регулярною границею $\partial\Omega$. Функція взаємодії $f : \mathbf{R} \to \mathbf{R}$ задовольняє стандартні умови, пов'язані з ростом та знакову умову; жодних умов щодо її неперервності не вимагається. Розглядається хвильве рівняння

$$\begin{cases} u_{tt} + \beta u_t - \triangle u + f(u) = 0, \\ u|_{\partial\Omega} = 0, \end{cases}$$

де $\beta > 0$ — константа, $u(x,t)$ — невідома функція стану, визначена на $\Omega \times \mathbf{R}_+$. Умови на параметри задачі не гарантують єдиності розв'язку відповідної задачі Коші.

Хвильове рівняння з негладкою нелінійністю f може трактуватися як математична модель п'єзоелектричних полів або процесів керування. Асимптотична поведінка розв'язків таких задач досліджувалася в роботах J. Ball [1], G. Sell [2], М.З. Згуровського та ін. [3–5]. Випадок неперервної функції f розглядався в [1]. Неавтономне рівняння з неперервною нелінійністю вивчалося в роботах О.В. Капустяна, В.С. Мельника [3–5]. Випадок, коли розширення f припускає максимально монотонний графік, досліджувався М.З. Згуровським та його учнями [3–5].

Досліджено випадок, коли функція взаємодії f є функцією обмеженої варіації, тобто, припускає представлення у вигляді різниці максимально монотонних відображень. Отримано, що на будь-якому інтервалі $[\tau, T]$ існує принаймні один слабкий розв'язок даної задачі, а трансляція та конкатенація слабких розв'язків є також слабким розв'язком. На основі результатів робіт М.З. Згуровского, П.О. Касьянова, доведено існування аналогів функції Ляпунова для всіх слабких розв'язків поставленої задачі. Також отримано, що будь-який слабкий розв'язок задачі можна продовжити до глобального, тобто, визначеного на $[0, +\infty)$, та виведено оцінку для всіх слабких розв'язків даної задачі. За допомогою абстрактної теорії глобальних атракторів доведено існування інваріантного компактного глобального атрактора для багатозначного напівпотоку, породженого всіма слабкими розв'язками досліджуваної задачі. Також встановлено дві додаткові властивості розв'язків, а саме: якщо простір стаціонарних станів зв'язний, то для повної траєкторії її α та ω – граничні множини є зв'язними підмножинами сукупності стаціонарних станів цієї системи; а в випадку, коли множина стаціонарних станів виявиться незв'язною, тоді ці границі існують і відповідні їм точки є точками спокою. Кожна траєкторія прямує до точки спокою при $t \to \infty$, якщо розглядати будь-який розв'язок досліджуваної задачі, визначений на $[0, +\infty)$.

Доповідь за результатами спільної роботи з Н.В. Горбань, О.В. Капустяном, П.О. Касьяновим "On Global Attractors for Autonomous Damped Wave Equation with Discontinuous Nonlinearity".

Література. **1.** Ball, J.M. Global attractors for damped semilinear wave equations // DCDS. — 2004. — Vol. 10. — P. 31–52. **2.** Sell, G.R., You, Yu. Dynamics of Evolutionary Equations. New York: Springer, 2002. **3.** Zgurovsky, M.Z., Mel'nik, V.S., Kasyanov, P.O. Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing I. — New York: Springer, 2010. — doi: 10.1007/978-3-642-13837-9. **4.** Zgurovsky, M.Z., Mel'nik, V.S., Kasyanov, P.O. Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing II. New York: Springer, 2010. — doi: 10.1007/978-3-642-13878-2. **5.** Zgurovsky, M.Z., Kasyanov, P.O., Kapustyan, O.V., Valero, J., Zadoianchuk, N.V. Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing III. New York: Springer, 2012. — doi: 10.1007/978-3-642-28512-7.

Дослідження підтримане грантом Президента України GP/f44/076.

Панкратов В.А.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

К реализации стратегии инновационного развития на основании когнитивного моделирования

При построении стратегии инновационного развития больших социо-экономических систем на уровне мегаполиса, большого предприятия, региона во многих странах мира с высоким статусом зарекомендовала себя методология предвидения, которая позволяет построить альтернативы научно обоснованных сценариев [1, 2]. В соответствии с методологией предвидения на последнем этапе процесса принятия решения ЛПР предлагаются 3–4 альтернативы сценария, которые, в общем случае, представляют собой сложные слабоструктурированные проблемы. Для обоснованной реализации той или иной альтернативы сценария целесообразно привлекать когнитивное моделирование, позволяющее на основании знания и опыта построить причинно-следственные связи, понять и проанализировать поведение сложной системы и предложить научно обоснованную стратегию построения сценария.

Когнитивное моделирование является интерактивным процессом, при выполнении которого идет исследование структуры, проблем и взаимосвязей между элементами исследуемого объекта (системы), знания о котором все время пополняются и расширяются – происходит процесс познания [3, 4] Когнитивное моделирование позволяет в короткие сроки на качественном уровне: оценить ситуацию и провести анализ взаимовлияния действующих факторов, определяющих возможные сценарии развития ситуации; выявить тенденции развития ситуаций; разработать стратегию использования тенденций развития ситуации в интересах заказчика исследований; разработать и обосновать направления управления ситуацией; определить возможные варианты развития ситуации (сценарии развития) с учетом последствий принятия важных решений и оценить сценарии.

В процессе когнитивного моделирования решают прямую и обратную задачи. Прямая задача – это построение стратегии развития ситуации при некотором последовательном изменении ряда факторов. Обратная задача – это поиск управляющих воздействий, необходимых для достижения заданного изменения целевых факторов.

Построение стратегии развития ситуации состоит из нескольких этапов, на каждом из которых реализуется определенная задача. Последовательное решение этих задач приводит к достижению главной цели когнитивного анализа – построению обоснованных сценариев. Решение прямой задачи когнитивного моделирования представляет собой последовательность следующих этапов: построение в интерактивном режиме когнитивной карты; обоснование достоверности построенной карты путем анализа численной и структурной ее устойчивости; проверка адекватности модели; построение сценариев.

В данной работе для построения адекватной модели предлагается на каждом из указанных этапов факторы взаимовлияния (весовые коэффициенты) определять, привлекая методы качественного анализа: метод анализа иерархий, перекрестного анализа, морфологического анализа, метод Делфи. Выполняется процесс когнитивного моделирования рекреационной сферы ЮБК и в результате приводится численно и структурно обоснованная когнитивная карта как рекомендация для лиц, принимающих решение.

Литература. **1.** Zgurovsky M.Z., Pankratova N.D. System analysis: Theory and Applications. Springer. – 2007. – P.475. **2.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системная стратегия технологического предвидения в инновационной деятельности // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2003. – № 3. – С.7–24. **3.** Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем. Когнитивный подход. – Ростов н/Дону: Изд-во РГУ, 2006. – 332 с. **4.** Michael Freed Cognitive simulation. http://human-factors.arc.nasa.gov/cognition/research/cogsim.html **5.** Karbaev D. Cognitive Graphs And Regression Models In Regional Macroeconomic Forecasting Problems, http://www.forecasters.org/submissions08/KarbaevDanilaISF2008.pdf

Панкратова Н.Д., Гладуш А.И.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Модификация подхода к восстановлению функциональных зависимостей

Одним из эффективных подходов к выявлению закономерностей по дискретно заданной выборке является представление функции приближения в виде иерархической многоуровневой системы моделей [1]. Последнее обусловлено специфическими требованиями к экстремальным свойствам функций приближения, необходимостью оценивать отдельно влияние каждой группы факторов. Одним из приемов, позволяющих улучшить результаты приближения, является сглаживание полиномов, использующихся в системе моделей на нижнем уровне.

Идея работы заключается в использовании весовых коэффициентов (в качестве степеней) в представлении аппроксимирующей функции. Предложенное позволяет, варьируя весовыми коэффициентами, подбирать их оптимальные значения, и, в результате, обеспечивать точность восстанавливаемой функциональной зависимости при сохранении приемлемого уровня вычислительной сложности.

Нижний уровень иерархии системы моделей [1] при такой реализации выглядит следующим образом:

$$[1+\Psi_{kj_k}(x_{kj_k})] = \prod_{p_{j_k}=1}^{P_{kj_k}} \left[1+F\left(\phi_{k_{j_k}}(x_{kj_k})\right)\right]^{\lambda_{kj_k}} \tag{1}$$

$$F = \prod_{n=1}^{N} f_n^{a_n} - 1 \tag{2}$$

$$\sum_{n=1}^{N} a_n = 1 \tag{3}$$

Здесь (1) – нижний иерархический уровень системы моделей; (2) – реализация аппроксимирующей функции через базисные; (3) – условие нормировки весовых коэффициентов.

После преобразований (1) представляется в виде:

$$\Psi_{kj_k}(x_{kj_k}) = \prod_{p_{j_k}=1}^{P_{kj_k}} \left[\prod_{n=1}^{N} \left[f_n\left(\phi_{p_{j_k}}(x_{kj_k})\right)\right]^{a_n}\right]^{\lambda_{kj_k}} - 1 \tag{4}$$

В качестве базисных сглаживающих функций выбираются следующие функции:

$$f_1(x) = e^{\sinh(\ln|x+1|)} \tag{5}$$

$$f_2(x) = e^{\tanh(\ln|x+1|)} \tag{6}$$

Процедура подбора весовых коэффициентов осуществляется средствами ПК путем перебора с большим (порядка 0.1) дискретным шагом. Получается рациональный набор весовых коэффициентов, из которых выбирается оптимальный, минимизирующий невязку восстановленной зависимости по отношению к данной конкретной выборке.

Эмпирически показано, что использование большого количества (n>3) базисных функций нецелесообразно, так как в таком случае накапливается вычислительная погрешность и увеличивается время вычислений. При решении практических задач предлагаемый прием целесообразно использовать для медленно изменяющихся процессов.

Литература. 1. Панкратова Н.Д. Рациональный компромисс в системной задаче концептуальной неопределенности // Кибернетика и системный анализ. №4. –2002. -С.162-180.

Панкратова Н.Д., Дашук В.А., Бузань И.В.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Восстановление функциональных закономерностей на основе многочленов Гегенбауэра

В настоящее время, обусловленное необходимостью создания сложных разнородных систем, непрерывно возрастает практическая значимость и актуальность прикладных задач обнаружения закономерностей в реальных условиях неполноты, неопределенности, неточности и противоречивости исходной разнородной информации. Особо большую значимость такие задачи имеют для новых сфер приложений: во-первых, для слабо структурированных прикладных областей (медицина, социология, техническая диагностика нештатных ситуации сложных систем и т.д.); во-вторых, для прикладных задач, трудно формализуемых в условиях ограниченного объема искаженной и косвенной информации или в условиях гигантских объемов информации. В этих условиях разнообразные оптимальные методы обработки данных либо оказываются неработоспособными, либо дают погрешности, неприемлемые на практике. Поэтому для перечисленных областей практической деятельности при решении реальных задач построение адекватных математических моделей с целью выявления закономерностей исследуемых процессов связано с существенными трудностями. В итоге модели оказываются либо избыточно упрощенными и в силу этого непригодными для получения количественных и качественных выводов, либо настолько сложными, что для преодоления вычислительных сложностей приходится их упрощать настолько, что возможная адекватность модели оказывается чисто теоретической гипотезой, не допускающей проверки на практике.

Цель данной работы – предложить модифицированный математический аппарат решения задач выявления многофакторных закономерностей в условиях концептуальной неопределенности, в т.ч. неопределенности взаимосвязей и взаимозависимостей показателей области определения искомой функциональной закономерности в классе аддитивных и мультипликативных функций.

Разработанные методологии восстановления функциональных зависимостей в классе аддитивных и мультипликативных функций [1], базирующиеся на применении полиномов Чебышева, Лаггера, Лежандра или Эрмита, не всегда позволяют получить одинаковую требуемую практическую точность приближения. Последнее обуславливает целесообразность рассмотрения более общего вида аппроксимирующих полиномов для выбора оптимального варианта при восстановлении функциональной зависимости по заданной дискретной выборке.

Для реализации многоуровневой системы моделей [1], позволяющих учитывать раздельно степень влияния каждой группы факторов на свойства функций приближения, предлагается использовать в качестве базовых функций многочлены Гегенбауэра [2],

$$C_n{}^{(\alpha)}(x) = \frac{\Gamma(2\alpha+n)\Gamma(\alpha+1/2)}{\Gamma(2\alpha)\Gamma(\alpha+n+1/2)} P_n{}^{(\alpha-1/2,\alpha-1/2)} \tag{1}$$

или в рекуррентном виде

$$(n+1)C_{n+1}{}^{(\alpha)}(x) = 2(n+\alpha)xC_n{}^{(\alpha)}(x) - (n+2\alpha-1)C_{n-1}{}^{(\alpha)}(x). \tag{2}$$

Здесь параметр α - вещественное число больше -0.5. Многочлен Гегенбауэра выводится из многочленов Якоби для равных значениях параметров α и β.

Для действительного «x» полином Якоби может быть записан следующим образом:

$$P_n{}^{(\alpha,\beta)}(x) = \sum_s \binom{n+\alpha}{s}\binom{n+\beta}{n-s}\left(\frac{x-1}{2}\right)^{n-s}\left(\frac{x+1}{2}\right)^{s}, \tag{3}$$

где s$\geqslant$0 и (n-s)$\geqslant$0.

Однако, использовать полиномы Якоби, как аппроксимирующие, является нецелесообразным вследствие их громоздкости и, соответственно, трудоемкости для вычислений (необходи-

мо отдельно работать с матрицами больших порядков, в том числе обращать их и находить определители – что является достаточно нетривиальной задачей).

Основные Якоби-подобные многочлены являются частным случаем полиномов Гегенбауэра с выбранным параметром α и соответствующей нормализацией. Например, при α=0.5 получаются стандартные полиномы Лежандра, при α=0 - полиномы Лагерра, а при $\alpha \to 0$ - полиномы Чебышева. Используя необходимое программное обеспечение и различные значения α, мы действительно получаем соответствующие полиномы и расчетные приближение при помощи них.

Полиномы Гегенбауэра можно подучить различными способами.

- Полиномы могут быть определены при помощи производящей функции [3]:

$$\frac{1}{(1-2tx+t^2)^{\alpha}} = \sum_{n=0}^{\infty} {C_n}^{(\alpha)}(x)t^n. \tag{4}$$

- Также полиномы могут быть определены при помощи рекуррентной функции[4]:

$${C_0}^{(\alpha)}(x) = 1, \tag{5}$$

$${C_1}^{(\alpha)}(x) = 2\alpha x, \tag{6}$$

$${C_n}^{(\alpha)}(x) = \frac{1}{n}\left[2x(n+\alpha-1){C_{n-1}}^{(\alpha)}(x) - (n+2\alpha-2){C_{n-2}}^{(\alpha)}(x)\right]. \tag{7}$$

Также полиномы Гегенбауэра являются частными решениями дифференциального уравнения Гегенбауэра [5]:

$$\left(1-x^2\right)y'' - (2\alpha+1)xy' + n(n+2\alpha)y = 0. \tag{8}$$

При α=1/2 уравнение (8) принимает вид уравнения Лежандра, из которого и строятся полиномы Лежандра.

Таким образом, в данной работе рассмотрены полиномы Гегенбауэра, как промежуточное звено между полиномами Якоби и полиномами Лежандра, Чебышева, Лагерра, Эрмита. Применение полиномов Гегенбауэра позволяет решить важную задачу рационального выбора класса функций приближения. Важная особенность этой задачи состоит в необходимости выбора рационального компромисса между противоречивыми требованиями: максимизации уровня достоверности процедуры выявления искомой закономерности, что обусловливает необходимость повышения сложности класса функций приближения, и минимизации сложности и трудоемкости процедуры формирования искомой функциональной зависимости, что ведет к упрощению функций приближения. Из-за неудачного выбора функций может случиться так, что восстановленная функция будет приближать конкретные исходные данные на большей части заданного интервала, но вообще будет плохо описывать истинную функциональную зависимость. Проведен вычислительный эксперимент подтвердил целесообразность применения в качестве базовых функций полиномов Гегенбауэра.

Литература. **1.** Панкратова Н.Д. Рациональный компромисс в системной задаче концептуальной неопределенности // Кибернетика и системный анализ. №4. –2002. -С.162-180. **2.** Basic Formulas for Gegenbauer polynomials or ultraspherical polynomials - http://en.wikipedia.org/wiki/Gegenbauer_polynomials. **3.** Stein, Elias; Weiss, Guido, Introduction to Fourier Analysis on Euclidean Spaces, Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1971. **4.** Suetin, P.K., Ultraspherical polynomials, in Hazewinkel, Michiel, Encyclopedia of Mathematics, Springer, 2001. **5.** Abramowitz, Milton; Stegun, Irene A., eds., Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables, New York: Dover, 1965, ст. 773.

Панкратова Н.Д., Гоменюк О.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

До розвитку інноваційних технологій в Україні

Успіхи реформ, темпи і результати соціально-економічних процесів вирішальним чином залежать від того, наскільки глибоко і всебічно ми розберемося у питаннях, які визначають стратегію подальших економічних перетворень. У сучасних умовах глобальної конкуренції недостатньо тільки перенести в майбутнє напрацьовані унікальні науково-технічні досягнення в галузі високих технологій, зокрема в галузі електрозварювання, матеріалознавства, авіабудування та ракетно-космічних технологій, а також фундаментальні досягнення кібернетики, фізики, математики, механіки, біології та інших наук.

Сьогодні в конкурентній боротьбі на світовому ринку стабільний успіх має той, хто здатний швидше і якісніше розв'язувати три взаємозалежних задачі [1]:

- створювати нові знання і технології;
- втілювати знання і технології у конкретну інноваційну продукцію;
- формувати достатній сектор збуту на світовому ринку.

Очевидно, що з появою ідеї унікального виду продукції, яка не має аналогів і прототипів, водночас не з'являються: технічне рішення її реалізації, технологія її промислового виробництва та технологічне устаткування для реалізації технології. Тому найважливішою задачею стає вибір раціональної стратегії реалізації інноваційної ідеї в конкурентоспроможну продукцію на зовнішньому ринку. Складність цієї задачі полягає у розв'язанні головної суперечності інновації: час – гроші. Суть розв'язання суперечності зводиться до виявлення необхідності, можливості і доцільності реалізації інноваційної ідеї у вигляді конкурентноздатного інноваційного продукту упродовж кінцевого періоду часу, що припустимо умовами ринкової конкуренції, при практично прийнятих витратах фінансових, матеріальних та інших ресурсів.

Як правило, процес розв'язання суперечливості можливий у двох варіантах:

1. Мінімізація тривалості початкових стадій життєвого циклу і часу від початку розробки до презентації продукції на ринку за рахунок великих початкових капіталовкладень на імпорт технологій та устаткування;
2. Мінімізація щорічних капіталовкладень і збільшення тривалості початкових стадій життєвого циклу шляхом розробки національних технологій і устаткування, зростання часу від початку розробки до презентації продукції на ринку.

Слід зазначити, що варіант 1 потребує великих початкових капіталовкладень, однак дозволяє значно скоротити часовий інтервал від появи ідеї до початку її реалізації на ринку у вигляді інноваційної продукції і тим самим забезпечує більш швидку окупність капіталовкладень. При цьому окупність капіталовкладень може становити 2-4 роки. Зокрема, в Японії мав місце випадок, коли від появи ідеї до серійного випуску готової продукції на новому підприємстві потребувалося лише 2 роки. Однак під час реалізації нової продукції, яка не має аналогів і прототипів, даний варіант має високий рівень ризику неповернення капіталу. У такому разі доцільно використовувати венчурний капітал. До того ж, останнім часом велика увага приділяється питанням, повязаним з підвищенням інвестиційної привабливості нашої держави.

Варіант 2 вимагає річних капіталовкладень у 2-5 разів менше, але загальні капіталовкладення за період від початку розробки до презентації продукції можуть прирівнюватися до капіталовкладень за варіантом 1, чи навіть перевищувати їх. Термін окупності капіталовкладень, зазвичай, значно більший, а загальні доходи – значно менші. Спричинити такі результати можуть недоліки системи захисту інтелектуальної власності, і через "запозичення" винаходу конкурентами, їх випередження у постачанні продукції на ринок.

Крім того, при розробці і реалізації стратегії необхідно враховувати, що інновація, зазвичай, охоплює широкий спектр проблем у різних галузях науки і техніки, у різних сферах практичної діяльності. Рішення повинне виконуватися на основі єдиної державної стратегії і бути системно

узгодженим за цілями, задачами, ресурсами, термінами і очікуваними результатами упродовж життєвого циклу виробу.

Набагато важливіше всебічно і системно проаналізувати причини і чинники, які стримують інноваційний розвиток науки і техніки, та забезпечити можливості й умови для раціонального використання потенційних можливостей науки.

Декілька десятків країн включають інновації у свої національні пріоритети та систематично розробляють інноваційні стратегії , інфраструктуру та людський капітал. Наприклад, шведська урядова агенція Віннова управляє національним бюджетом для розвитку НДДКР у напрямках технологій, транспорту, комунікацій та праці. Китай включив інновації у пріоритети свого одинадцятого п'ятирічного плану економічного розвитку, приділяючи особливу увагу «місцевим» інноваціям. З іншого боку, стратегія Сінгапуру передбачає глобалізований підхід до інноваційного розвитку. Таким чином, можна зробити висновок, що розробка іноваціних стратегії, основаної на всебічному аналізі перспективних для України критичних технологій у ключових напрямках інноваційного розвитку є достатньо актуальною задачею. [2, 3]

На даний момент пріоритетними напрямами у стратегічному плані розвитку України є:

- освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії;
- освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій;
- впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики;
- широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища;
- технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу;

З метою забезпечення їх реалізації необхідно формувати середньострокові напрями, що включають конкретні критичні технології, перспективні для розвитку.

В даній роботі для виявлення критичних технологій кожного пріоритетного напрямку в межах інноваційного розвитку держави застосовуються методи якісного аналізу, зокрема, метод SWOT-аналізу, що надає можливість проаналізувати сильні і слабкі сторони в залежності від можливостей та загроз їх розвитку.

Ключовими аспектами дослідження є:

1. Огляд поточних досягнень України у ключових напрямках інноваційного розвитку, виділення критичних технологій;
2. Аналіз стану критичних технологій в Україні та світі: огляд ринків збуту, попиту та пропозиції, наявність конкурентів на світовій арені;
3. Огляд наявних наукових ресурсів, НДДКР, інноваційної інфраструктури в розрізі кожної критичної технології;
4. Дослідження нормативно-правової бази України та інших країн, щодо інноваційної діяльності;
5. Аналіз загроз та перешкод розвитку критичних технологій;
6. Прогноз впливу розвитку кожної критичної технології на соціальну, економічну, геополітичну галузі України.

Результати даного дослідження є необхідною складовою вивчення та оцінювання перспектив інноваційного розвитку України, побудови сценаріїв її розвитку у середньостроковій перспективі з залученням методів якісного аналізу.

Література. **1.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. –Киев: Изд-во Наук.думка –2011. – 728 с. **2.** Закон України «Про пріорітетні напрями іноваціної діяльності в Україні», http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T113715.html, **3.** Закон України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T012623.html

Панкратова Н.Д., Зражевська Н.Г.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Обгрунтування перспективності розвитку пріоритетних галузей науки в Україні

Успіхи реформ, темпи і результати соціально-економічних процесів вирішальним чином залежать від того, наскільки глибоко і всебічно ми розберемося у питаннях, які визначають стратегію подальших економічних перетворень. Досвід провідних країн світу засвідчує, що успіх у соціальній і економічній діяльності держави в сучасних умовах глобалізації світової економіки багато в чому забезпечується високими темпами інноваційного розвитку науково-технічного і виробничо-технологічного потенціалів та високим рівнем конкурентоспроможності національної наукоємної продукції на світовому ринку. Тому проблема розвитку інноваційного потенціалу національної науки й освіти та його раціональне використання в промисловості залишається актуальною і досі. Україна – одна з небагатьох держав світу, де наука традиційно розвивається впродовж століть і формує духовні засади та платформу для майбутнього розвитку суспільства. У сучасних умовах глобальної конкуренції недостатньо тільки перенести в майбутнє напрацьовані унікальні науково-технічні досягнення в галузі високих технологій, зокрема в галузі електрозварювання, матеріалознавства, авіабудування та ракетно-космічних технологій, а також фундаментальні досягнення кібернетики, фізики, математики, механіки, біології та інших наук. Набагато важливіше всебічно і системно проаналізувати причини і чинники, які стримують інноваційний розвиток науки, та забезпечити можливості й умови для раціонального використання її потенційних можливостей.

В умовах економічного та фінансового кризисів в Україні відбувається скорочення фінансування наукового сектору. Тому доцільним є вибір окремих пріоритетних наукових напрямків для подальшого їх розвитку з метою концентрації фінансових та людських зусиль для оптимального розвитку промислового потенціалу України. Отже, основні зусилля та ресурси доцільно спрямувати на адаптацію та розвиток технологій, що є актуальними в світі, з урахуванням збереження наукових шкіл, що існують в Україні. Згідно з цим, ключову роль в близько та середньостроковій перспективі будуть грати прикладні науки, що покликані підтримувати та розвивати технологічний потенціал сучасної України. Україна має значний технологічний, науковий та освітній потенціал, який має перспективу адаптації до сучасних світових технологій в деяких ключових для України галузях виробництва. Стимулювання наукових досліджень в таких галузях є відносно малозатратним та обіцяє в близькостроковій перспективі досягнення технологічного рівня розвинутих країн.

В роботі аналізуються причини, які гальмують розвиток інноваційної діяльності в Україні. Окреслюються проблеми формування внутрішнього ринку наукоємної продукції. Досліджуються внутрішні і зовнішні фактори, що перешкоджають соціально-економічному розвитку України та повноправному її входженню до зовнішньоторговельного ринку, до світового економічного співтовариства.

З огляду на це, в данному дослідженні було розглянуто чотири ключові технологічні галузі, які є перспективними у вказаному сенсі: металургія (основна експортна бюджетоформуюча галузь України), сільське господарство (наявність унікальних природних ресурсів), енергетика (найбільш оптимальна серед розвинутих країн структура виробництва енергії – до 40% енергії виробляється на високотехнологічних циклах), IT технології (Україна займає четверте місце в світі по кількості працівників, зайнятих в цій галузі).

Проведено SWOT та морфологічний аналізи для чотирьох напрямків перспективного розвитку науки в Україні [1–3]. Показано, що застосування методології передбачення дозволить суттєво підвищити інформативність у розглядуваних напрямках та визначити ключові сценарії, які при достатній матеріальній та правовій підтримці дозволяють при вкладанні мінімальних ресурсів отримати максимальний ефект.

Література. **1.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Технологическое предвидение. – К.: Политехника, 2005. – 165 с. **2.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. – Киев: Изд-во Наук.думка – 2011. – 728 с. **3.** Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу. – К.: Видавнича група BHV, 2007. – 543 с.

Панкратова Н.Д., Чабан О.О.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

До розробки підходу до формалізації показників сталого розвитку

У XXI столітті не лише перед дослідниками, а перед пересічними громадянами постає питання побудови та слідування стратегії сталого розвитку. Велика частина міжнародних корпорацій уже створили свої стратегії втілення засад сталого розвитку у виробництво та корпоративну культуру своїх компаній. Крім того ряд міст України уже розробили, або перебувають на стадії розробки власних стратегій сталого розвитку до 2020 року, хоча й розглядається дана стратегія більше у розрізі економічного та соціального аспектів.

Для вирішення проблеми сталого розвитку необхідно мати значення низки параметрів, щоб охарактеризувати фактори, що оцінюються, досліджуються та прогнозуються. В цілому сталий розвиток представляє собою гармонію трьох сфер життя, а саме: екологічної, соціальної та економічної [1]. Хоча саме екологія найчастіше залишається за рамками досліджень та параметрів удосконалення, що планують у стратегіях.

В даному ракурсі розгляду проблеми, якраз і з'являється питання щодо побудови індикаторів, які використовуватимуться для глобального аналізу ситуації, що склалася. В ряді методик, що розробляються на даний момент,значна увага приділяється формалізації поєднанню показників та індикаторів в єдиний вектор сталого розвитку [2].

Враховуючи вище наведені зауваження, в основу роботи покладено розробка та обґрунтування підходу до побудови індикаторів сталого розвитку, зокрема, на прикладі екологічної складової. В якості базового використовувався підхід до відновлення функціональних залежностей по дискретно заданих вибірках в умовах концептуальної невизначеності [3]. Застосування зазначеного підходу дозволяє знайти таку наближену функцію, яка як можна точніше характеризує дійсну її залежність від найбільш важливих факторів на всіх інтервалах завдання вихідних даних. Ця відмінність обумовлює важливі особливості розглянутої задачі, а саме: визначення раціонального набору ознак і раціонального обсягу вибірки, побудову функціоналу при вирішенні некоректних задач інтерпретації непрямих експериментів, неформальний вибір структури відновлюваних функцій. При цьому, відновлена залежність дозволяє прогнозувати властивості виробу за межами інтервалів випробувань.

В загальному випадку вектор $y = \{y_i | i = \overline{1,n}\}$ визначає необхідні або бажані значення шуканих функцій, які кількісно характеризують основні екологічні особливості регіону. Необхідно знайти такі функції наближення $F_i(x_1, x_2, x_3), i = \overline{1,n}$, які з практично допустимою похибкою характеризують істинні функціональні залежності $y_i = f_i(x_1, x_2, x_3), i = \overline{1,n}$ на множині D_s. Складові вектора $y = \{y_i | i = \overline{1,n}\}$ можуть представляти собою стан очисних споруд АРК, зацікавленість туристів у відвідуванні регіону, рівень задоволення життям, загальний стан здоров'я людей, що проживають на території Криму, середня тривалість життя в регіоні. При цьому внутрішні параметри можуть бути наступними: викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, обсяг зворотних вод скинутих у поверхневі водні об'єкти, загальна чисельність видів фауни та флори, площа забруднених сільськогосподарських угідь, об'єм накопичених відходів, середній рівень радіаційного забруднення, кількість алергічних захворювань.

Результати роботи представлені у вигляді показників екологічної складової сталого розвитку.

Література. **1.** Аналіз сталого розвитку – глобальний і регіональний контексти: моногр. / Міжнар.рада з науки (ICSU) [та ін.]; наук. кер. М.З.Згуровський. – К.: НТУУ «КПІ», 2010 – Ч.1. Глобальний аналіз якості та безпеки життя людей. – 252с. **2.** Згуровский М.З., Болдак А.А. Системное согласование даннях разной природы в мультидисциплинарных исследованиях, Кибернетика и систем.анализ. — 2011. — 46, N 5. — С. 152-163. **3.** Панкратова Н.Д. Рациональный компромисс в системной задаче концептуальной неопределенности // Кибернетика и системный анализ. №4. – 2002. - С.162-180

Пархомчук Д.М., Візнюк О.В. *— рецензент Губарєв В.Ф.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Ідентифікація багатовимірних лінійних стаціонарних систем за похибкою передбачення з використанням генетичних алгоритмів оптимізації

Під ідентифікацією або моделюванням розуміють процес визначення коефіцієнтів різницевого або диференційного рівняння, що описує фізичні явища в системі [1].

Одним з підходів до розв'язку задач ідентифікації є використання теорії лінійної алгебри, але у випадку багатовимірних систем число обумовленості матриць, що обертаються, зростає неприйнятно швидко, що ускладнює процедуру розв'язку та не дозволяє одержати необхідну точність. Інший підхід базується на теорії математичної статистики. Однак неточність вхідних даних призводить до того, що задача ідентифікації виявляється некоректно поставленою. Тому на практиці алгоритми ідентифікації містять процедури регуляризації, які встановлюють обмеження розмірності апроксимуючої моделі порівняно з реальною моделлю [2].

Проте поява високопродуктивних комп'ютерів та нових чисельних методів дозволяє повернутися до основ теорії та не зводити некоректну задачу до мінімізації регуляризуючих функціоналів [3].

Постановка задачі. Розглянемо лінійну стаціонарну динамічну систему в просторі стану з нульовими початковими умовами:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) = Cx(t) + \xi(t), \end{cases} \tag{1}$$

де $x(t) \in \mathbb{R}^n$– вектор стану, $u(t)$ та $y(t)$– вхідний та вихідний сигнали відповідно (розглядаємо лише одновимірний випадок), матриці $A(n \times n), B(n \times 1), C(1 \times n)$ – параметри даної системи, $t \in [0, T]$– час, $\xi(t)$ - випадкове збурення, $\| \xi(t) \| \leqslant \varepsilon$, $\varepsilon > 0$.

Ідентифікація системи 1 полягає у визначенні параметрів A, B, C шляхом мінімізації за θ квадрата норми різниці між теоретичним $\vec{y}(\theta)$ та експериментальним $\vec{y}^*$ векторами вихідного сигналу:

$$\|\vec{y}(\theta) - \vec{y}^*\| = \sqrt{\frac{1}{m+1} \sum_{i=0}^{m} (C \int_0^{t_i} e^{A(t_i - \tau)} Bu(\tau) d\tau - y^*(t_i))^2}, \tag{2}$$

де $\theta \in D$ визначає параметри моделі A, B, C з допустимої множини D.

Підхід до розв'язання задачі. Процедура мінімізації реалізована за допомогою прямого генетичного алгоритму диференційної еволюції [4], придатного для знаходження глобального екстремуму мультимодальних функцій багатьох змінних.

Задля точності результатів були використані значення функції у понад 8000000 точок та збільшено кількість популяцій генетичного алгоритму до 10000-16000, що зменшило його швидкодію. Тому експерименти проводилися з використанням кластерних обчислень на суперкомп'ютері ІК НАН України.

Література. **1.** Сейдж Э.П., Мелса Дж.Л. Идентификация систем управления: Пер. с англ. В.А. Лотоцкого, А.С. Манделя / Под ред. Н.С. Райбмана. – М. : Наука, 1974. – 248 с. **2.** Губарев В.Ф., Гуммель А.В., Кришталь А.А., Олесь В.Ю. О структурно-параметрической идентификации в условиях ограниченной неопределенности и аппроксимирующих моделях многомерных систем // Проблемы управления и информатики. – 2011. - №3. – С. 42-56. **3.** Терновский В.В., Хапаев М.М. Об использовании прямых вариационных методов в прикладных задачах // ДАН. 2011. Т. 436. №4. С. 459-461. **4.** Rainer S., Price K. Differential Evolution — A Simple and Efficient Adaptive Scheme for Global Optimization over Continuous Spaces // Journal Of Global Optimization. – 1997. - №11. – P. 341-359.

Пархомчук Д.М., Тимошенко Ю.О.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Аналітичний розв'язок некоректних задач динамічними методами

Короткий огляд задачі. На початку XX ст. Ж. Адамар сформулював вимоги, порушення яких призводить до виникнення некоректності поставлених задач. [1].

Оберненені задачі при апроксимації неперервних дифференційних та інтегральних рівнянь скінченними дискретними алгебраїчними системами, при локальній лінеаризації систем нелінійних рівнянь за заданою інформацією зводяться до задач розв'язку систем лінійних рівнянь виду

$$Ax = b, A \in R^{m\times n}, x \in R^n, b \in R^m, \tag{1}$$

де матриця A погано обумовлена, тому такі системи зазвичай не мають математично строгих розв'язків, і можливо знайти лише наближені розв'язки [2].

Головна ідея методу. В роботі розглядається динамічний метод регуляризації розв'язання некоректних задач, відповідно до якого, за наближений розв'язок системи рівнянь 1 приймається розв'язок наступної задачі Коші [3]:

$$x' + A^T Ax = A^T b, x(0) = x_0 \tag{2}$$

З метою зменшення часу пошуку наближеного розв'язку системи рівнянь 1 у даній роботі пропонується розв'язувати замість 2 таку задачу Коші:

$$\xi_1 * x'' + \xi_2 * x' + A^T Ax = A^T b, x(0) = x_0, x'(0) = x_1 \tag{3}$$

Для наведення розв'язку задачі 3 спочатку введемо позначення: a_i - і-й стовпчик матриці $A^T A$, $\delta(a_1, a_2, ..., a_n)$ - визначник матриці, у якої $a_1, a_2, ..., a_n$ є стовпчиками, λ_i - і-те власне число матриці $A^T A$, $c_i = \frac{-\xi_2+\sqrt{\xi_2{}^2-4\lambda_i\xi_1}}{2\xi_1}$, $d_i = \frac{-\xi_2-\sqrt{\xi_2{}^2-4\lambda_i\xi_1}}{2\xi_1}$,

$\triangle_i^j = \delta(a_1, ..., a_{i-1}, A^T b, a_{i+1}, ..., a_{j-1}, e_j, a_{j+1}, ..., a_n)$,

$\nabla_i^j = \delta(a_1, ..., a_{i-1}, \xi_1 x_1 + \xi_2 x_0, a_{i+1}, ..., a_{j-1}, e_j, a_{j+1}, ..., a_n)$,

$\aleph_i^j = \delta(a_1, ..., a_{i-1}, \xi_1 x_1 + \xi_2 x_0, a_{i+1}, ..., a_{j-1}, e_j, a_{j+1}, ..., a_n)$,

$\triangle_i = \delta(a_1, ..., a_{i-1}, A^T b, a_{i+1}, ..., a_n)$,

$F_1^i(p) = \triangle_i + (\xi_1 p^2 + \xi_2 p) \sum_{j=1, j\neq i}^n \triangle_i^j + (\xi_1 p^2 + \xi_2 p)^2 \sum_{1<j_1<j_2<n}^{j_1,j_2\neq i} \triangle_i^{j_1,j_2} + ... + p(\xi_1 p^2 + \xi_2 p)^{n-1} A^T b^i$,

де під $A^T b^i$ треба розуміти i - у координату вектора $A^T b$,

$F_2(p) = p \prod_{i=1}^n (p - c_i)(p - d_i)$,

$G_1^i(p) = \nabla_i + (\xi_1 p^2 + \xi_2 p) \sum_{j=1, j\neq i}^n \nabla_i^j + (\xi_1 p^2 + \xi_2 p)^2 \sum_{1<j_1<j_2<n}^{j_1,j_2\neq i} \nabla_i^{j_1,j_2} + ... + p(\xi_1 p^2 + \xi_2 p)^{n-1} x_0^i$,

де під x_0^i треба розуміти i - у координату вектора x_0,

$G_2(p) = \prod_{i=1}^n (p - c_i)(p - d_i)$,

$H_1^i(p) = p\xi_1(\nabla_i + (\xi_1 p^2 + \xi_2 p) \sum_{j=1, j\neq i}^n \nabla_i^j + (\xi_1 p^2 + \xi_2 p)^2 \sum_{1<j_1<j_2<n}^{j_1,j_2\neq i} \nabla_i^{j_1,j_2} + ... + p(\xi_1 p^2 + \xi_2 p)^{n-1} x_0^i)$, де під x_0^i треба розуміти i - у координату вектора x_0,

тоді i - а координата траекторії-розв'язку задачі Коші 3 буде рівна:

$$x_i(t) = \frac{\triangle_i}{\triangle} + \sum_{j=1}^n (e^{c_j t}(\frac{F_1(a_j)}{F_2'(a_j)} + \frac{G_1(a_j)+H_1(a_j)}{G_2'(a_j)}) + e^{d_j t}(\frac{F_1(a_j)}{F_2'(b_j)} + \frac{G_1(a_j)+H_1(a_j)*\frac{b_j}{a_j}}{G_2'(b_j)}))$$

Література. **1.** Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач - М. : Наука, 1979. -284 с. **2.** Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений: Пер. с англ. Икрамова Х.Д. -М. : Мир, 1980. -277 с. **3.** Гутенмахер Л. И.,Тимошенко Ю. А,Тихончук С. Т. О динамическом методе решения некорректных задач: Докл. АН СССР. — 1977. — Т. 237. — № 4. — С. 776—778.

***Печурин Н.К.*[1], *Кондратова Л.П.*[2], *Печурин С.Н.*[1]**

[1] *Институт компьютерных информационных технологий НАУ, Киев, Украина;* [2] *Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина*

Оценка эффективности межуровневого взаимодействия в эталонной модели с позиций функционального анализа

Преобразование форматов представления данных между прикладным и физическим уровнями при передаче от передающей станции к принимающей станции выполняется с применением метода инкапсуляции добавлением на каждом уровне эталонной модели OSI к данным заголовка, а также концевика (трейлера) на втором (канальном) уровне перед передачей этих данных на нижележащий уровень [1]. Помещая таким образом перед передачей данных на каждом уровне на более низкий уровень в заголовок дополнительную информацию, формируется ряд вложенных заголовков. Время межуровневого взаимодействия оценивается с учетом инкапсуляции данных и заголовка функцией отображения T_{conv} : $P \to < {T_{conv}}^{h}(l_h), {T_{conv}}^{d}(l_d), {T_{conv}}^{e}(l_e), T_{conv}(l_h, l_d, l_e, N) = (N-1) * {T_{conv}}^{h}(l_h) + {T_{conv}}^{d}(l_d) + {T_{conv}}^{e}(l_e) >$ с составляющими ${T_{conv}}^{h}(l_h), {T_{conv}}^{d}(l_d), {T_{conv}}^{e}(l_e)$, которые характеризуют время преобразования заголовка, данных и трейлера в зависимости от их длин l_h, l_d, l_e. Уменьшение числа инкапсуляций при перемещении информации от верхних уровней к нижнему передающей станции и деинкапсуляций на принимающей станции позволяет сократить расход временного ресурса межуровневого взаимодействия в эталонной модели OSI. Относительное изменение времени межуровневого взаимодействия оценивается на основе теории функционального анализа нормой векторного пространства, представляющей функцию $\delta(l_h, l_d, l_e, N)$, где N - число уровней модели OSI [2]. Данная функция характеризуется свойством, которое формулируется приведенным ниже утверждением.

Утверждение. Функция $\delta(l_h, l_d, l_e, N)$ оценивания времени межуровневого взаимодействия в эталонной модели сходится в точке $l_d = sup(l_d)$ к верхней границе, описываемой зависимостью числа уровней эталонной модели OSI: $\delta_u(N) = 1 - \frac{1}{N-1}$.

В модели с числом уровней $N = 2$ достигается наименьшее значение времени межуровневого преобразования форматов представления данных, соответствующее минимальному значению функции $\delta_u(N) = 0$. Графически функция представляется в виде рис.1.

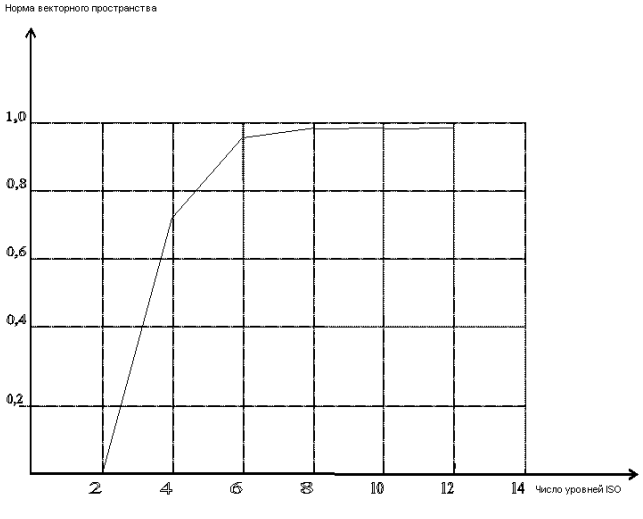


Рис. 1

Полученная на основе теории функционального анализа верхняя граница относительного приращения времени межуровневого взаимодействия в виде зависимости числа уровней OSI в случае использования максимальной длины поля данных фрейма охарактеризована нормой сформированного векторного пространства.

Литература. 1. Дуглас Э.Камер. Компьютерные сети и Internet. Разработка приложений для Internet. – М.: Издательский дом «Вильямс». - 2002. – 640 с. **2.** Богачев В.И. Действительный и функциональный анализ: университетский курс «Регулярная и хаотическая динамика» / Богачев В.И., Смолянов О.Г.-Институт компьютерных исследований. - 2009. - 724 с.

Пигнастый О.М.

Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

PDE-модели управления производственной поточной линией

В докладе обсуждается новый класс PDE-моделей [1,2,6], используемых для моделирования и управления поточной производственной линией. В отличие от известных подходов моделирования поточных линий, PDE-моделей являются несложными при построении вычислительных алгоритмов и способными описывающие поведение производственных линии как стационарных, так и для переходных состояний, что делает их особенно привлекательными для целей управления производственными системами [1]. Анализ публикаций показывает, что использование PDE- моделей является новым и перспективным направлением в моделировании производственных систем.

Современные задачи планирования производства требуют использования моделей, учитывающий движение потока предметов труда по технологическому маршруту [1,2]. Такие модели позволяют определять пропускную способность производственной линии в зависимости от состояния предметов труда в незавершенном производстве. Первые модели описания производственного процесса использовали Clearing-функцию, представленную Graves S.C. (1986) и корректно определенную Karmarkar U.S. (1989). Clearing-функция является уравнением состояния, которое определяет пропускную способность производственной системы в зависимости от объема незавершенного производства (wip: work in process or in-process inventory) и дает мгновенную связь между пропускной способностью производственно-технической системы и объемом незавершенного производства только при функционировании системы в устойчивом стационарном состоянии. Armbruster D, Kempf K. [4] указали, что наличие ограниченного количества параметров, входящих в уравнение состояния (Clearing-функцию), не позволяет эффективно моделировать изменение состояния незавершенного производства предметов труда вдоль технологического маршрута, обусловленное факторами, связанными с технологической обработкой (производством) изделий и их временем пребывания в межоперационных заделах [4]. Динамическая Clearing-функция не может быть параметризована конечным числом параметров, описывающих процесс прохождения изделия по технологическому маршруту [4]. В попытке решения указанных проблем в последние годы разработаны методы, описывающие производственные потоки на основе уравнений переноса в механике жидкости и газах [1,4,5,6]. Уравнения переноса, представленные в частных производных, описывают в пространстве и времени эволюцию плотности распределения предметов труда по состояниям, находящихся в незавершенном производстве вдоль технологического маршрута. Балансовые уравнения переноса предметов труда по технологическому маршруту впервые записаны и исследованы Пигнастым 0.М., Демуцким В.П., Ходусовым В.Д [5,6] (2003) и Armbruster D.,Ringhofer C., Berg V., Lefeber E. (2004), Зарубой В.Я. (2007) [293]. При статистическом подходе к поделированию производственно-технических систем состояние параметров незавершенного производства может быть выраженное не через состояния параметров большого количества предметов труда, находящихся в разной степени готовности (состояниях),что позволяет производить описание поведения и анализ параметров предмета труда в пространстве состояний. Для построения уравнений переноса предметов труда вдоль технологического маршрута поточной линии Armbruster D.,Ringhofer C. (2004) [1], Пигнастый О.М., Демуцкий В.П., Ходусовым В.Д. (2003) [5] использовали кинетическую теория построения моделей динамических систем. Использование кинетического подхода позволило получить балансовые уравнения переноса предметов труда вдоль технологического маршрута, обеспечивающие связь темпа движения предметов труда с величиной межоперационных заделов вдоль технологического маршрута. Используемые на практике различные модели функционирования поточных линий производственных систем связаны с различными масштабами времени описания. Однако в современной

Исследование выполнено в рамках гранта №14-07 Фонда Фунтаментальных Исследований Харьковского Национального Университета им.В.Н.Каразина, 2007г.

литературе данному вопросу не уделено достаточного внимания (Armbruster D., Kempf K.G. (2012)) [4]. В связи с этим актуальными являются работы по теории подобия производственных систем [8]. Существующие модели производственных систем, как правило, описывают устойчивые процессы поведения параметров производственно-технической системы, неудовлетворительно описывают переходные процессы, в которых данные параметры ведут себя неустойчиво. Следовательно, любое возмущение, возникшее в пределах рассматриваемого горизонта планирования, как правило, делает рассчитанный оптимальный план производства, недействительным [4]. PDE-модели позволяют описывать параметры потока предметов труда, движущегося по технологическому маршруту как для переходного, так и для установившегося состояния. Точность PDE-моделей, использующих для описания производственных систем, исследована Berg R.A., Lefeber E., Rooda J.E. с помощью дискретных моделей событий (Discrete-Event Model , DEM) на примере простых поточных линий [7].

Развитие PDE- моделей столкнулось с рядом проблем, основными из которых являются a) построение многомоментных балансовых уравнений, описывающих динамику поведения параметров, характеризующих состояние производственно-технической системы [4,6]. b) определение условий устойчивого функционирования параметров производственной системы [4,6]. Использование PDE- моделей для неустойчивых переходных процессов функционирования параметров производственных систем приводят к чрезмерно большим отклонениям параметров производственной системы от нормативного значения при возникновении незначительных возмущений. c) определение области применимости PDE- моделей. Развитие данного раздела требует развития теории подобия производственных систем [6], позволяющей определить вид модели для описания той или иной производственной системы. d) построение моделей для производственных систем с повторной и циклической обработкой.

Литература. **1.** Armbruster D., Uzsoy R. Continuous Dynamic Models, Clearing Functions, and Discrete-Event Simulation in Aggregate Production Planning in: New Directions in Informatics, Optimization, Logistics, and Production , TutORials in Operations Research, Pitu Mirchandani, Tutorials Chair and Volume Editor J. Cole Smith, Series ed., 103126 (2012), p.p.103-126, http://math.la.asu.edu/~dieter/papers/INFORMS_Tutorial.pdf, **2.** Tian, F., S. P. Willems, and K. G. Kempf,, "An Iterative Approach to Item-Level Tactical Production and Inventory Planning," International Journal of Production Economics, Sept 2011, Vol. 133, Issue 1, pp. 439-450., http://supplychain.bu.edu/papers/dl/Tian_Willems_Kempf_IJPE_v133n1_Sep2011.pdf, **3.** Graves, S.C. (1986) A tactical planning model for a job shop. Operations Research, 34 (4), 522-533., http://web.mit.edu/sgraves/www/papers/, **4.** Armbruster D. The production planning problem: clearing functions, variable leads times, delay equations and partial differential equations. Decision policies for production systems. Springer, London, 2012, pp 289-302 http://math.la.asu.edu/~dieter/papers/Clearing_function.pdf, **5.** Демуцкий В.П., Пигнастая В.С., Пигнастый О.М. Теория предприятия: Устойчивость функционирования массового производства и продвижения продукции на рынок. Х.: ХНУ, 2003 .-272стр, , **6.** Пигнастый О.М. Статистическая теория производственных систем. - Х.: Изд. ХНУ им.Каразина, 2007. - 388 с. http://www.twirpx.com/file/670291/, **7.** Berg R.A., Lefeber E., Rooda J.E. Modeling and Control of a Manufacturing Flow Line using Partial Differential Equations. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2008, 16(1), 130-136 http://www.deepdyve.com/lp/institute-of-electrical-and-electronics-engineers/modeling-and-control-of-a-manufacturing-flow-line-using-partial-UkKv88KjRR/, **8.** Азаренков Н.А., Пигнастый О.М., Ходусов В.Д. К вопросу подобия технологических процессов производственно-технических систем - Доповіді Національної академії наук України, 2011. -N02-С.29-35 http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/37227/.

Пинчук В.П., Кривцун Е.В.
Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина

λ-однородные и реберно-транзитивные графы. Численное исследование

При создании сложных коммуникационных систем (СКС) актуальной задачей является синтез топологического графа (ТГ) системы. Для некоторых видов СКС важным требованием является однородность ТГ, которая обеспечивает более высокие технико-экономические характеристики СКС и, в том числе, универсальность и простоту решения задач маршрутизации [1]. Для оценивания однородности ТГ авторами ранее был предложен метод, основанный на использовании λ-функции графа [2, 3]. Граф $g = (V, X)$ называем λ-однородным, если его функция реберной характеризации $\lambda_g(x)$, $x \in X$ является константой на множестве ребер. Функция $\lambda_g(x)$ порождает отношение эквивалентности на можестве ребер X.Граф является λ-однородным, если все его ребра составляют единый класс эквивалентности. Еще один вид эквиваленности ребер графа создается его группой автоморфизмов $Aut(g)$: ребра $x_1 = \{u_1, v_1\}, x_2 = \{u_2, v_2\}$, где $u_1, u_2, v_1, v_2 \in V$, эквивалентны, если существует автоморфизм $\varphi(v) \in Aut(g)$ такой, что

$$(u_1 = \varphi(u_2) \wedge v_1 = \varphi(v_2)) \vee (u_1 = \varphi(v_2) \wedge v_1 = \varphi(u_2)). \quad (1)$$

Если все ребра графа эквивалентны друг другу в указанном смысле, граф называют реберно-транзитивным (РТ-граф). При построении ТГ реберная транзитивность графа традиционно рассматривается как важный показатель его однородности. В то же время авторами данной работы показано, что независимой характеристикой реберной однородности графа может служить также и λ-однородность. Целью настоящей работы является установление возможной связи между следующими свойствами графа: “быть λ-однородным” и “быть реберно-транзитивным”, а также построение более эффективных методик поиска или отбора РТ-графов.

Расчеты выполнялись на связных неориентированных графах без петель и кратных ребер. На первом этапе были сгенерированы полные наборы таких графов с числом вершин $n = 4..11$. Из них были отобраны λ-однородные и РТ-графы. Всего на λ-однородность и реберную транзитивность было проверено 1 018 690 325 графов. Данные о количестве связных графов N_c, λ-однородных графов N_{lg} и РТ-графов N_{rt} для каждого из n-наборов приведены в табл.1.

Таблица 1. Число λ-однородных и реберно-транзитивных графов в полных наборах n-вершинных связных графов

n	Количество графов		
	N_c	N_{lg}	N_{rt}
4	6	3	3
5	21	4	4
6	112	7	6
7	853	6	5
8	11 117	9	8
9	261 080	9	9
10	11 716 571	14	13
11	1 006 700 565	7	7

Как видно из таблицы, несмотря на бурный рост общего числа графов при увеличении n, количество как λ-однородных, так и РТ-графов растет очень медленно и с нарушением монотонности. Графы такого вида встречаются очень редко.

Для проектирования систем на основе ТГ с высокой однородностью наибольший интерес

представляют регулярныеграфы. В связи с этим, на втором этапе выполнения работы были получены полные наборы связных регулярных графов со степенями $p = 3..6$ и числом вершин $n = 6..20$. Из них также отбирались λ-однородные и PT-графы. Данные о количестве связных регулярных графов N_{cr}, λ-однородных и PT-графов для каждого из (n, p)-набора приведены в табл. 2. Прочерки в клетках таблицы означают отсутствие графов данного вида, а пустые клетки – отсутствие соответствующей информации.

Численные исследования выполнены с использованием разработанной авторами библиотеки программных компонентов для вычислений на графах Algraph/C++.

Таблица 2. Количество λ-однородных и реберно-транзитивных графов в полных наборах n-вершинных связных регулярных графов

n	$p=3$			$p=4$			$p=5$			$p=6$		
	$N_{cr}(n)$	N_{lg}	N_{rt}	$N_{cr}(n)$	N_{lg}	N_{rt}	$N_{cr}(n)$	N_{lg}	N_{rt}	$N_{cr}(n)$	N_{lg}	N_{rt}
6	2	1	1	1	1	1	1	1	1	–	–	–
7	–	–	–	2	0	0	–	–	–	1	1	1
8	6	1	1	6	1	1	3	0	0	1	1	1
9	–	–	–	16	1	1	–	–	–	4	1	1
10	21	1	1	60	2	2	60	1	1	21	1	1
11	–	–	–	266	0	0	–	–	–	266	0	0
12	94	0	0	1 547	2	2	7 849	2	2	7 849	2	2
13	–	–	–	10 786	1	1	–	–	–	367 860	1	1
14	540	1	1	88 193	2	2	3 459 386	0	0	21 609 301	1	1
15	–	–	–	805 579	4	2	–	–	–			
16	4 207	1	1	8 037 796	2	2						
17	–	–	–				–	–	–			
18	42 110	1	1									
19	–	–	–				–	–	–			
20	516 344	2	2									

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. В (n, p)-наборах λ-однородные и PT-графы встречаются также редко, как и в n-наборах.
2. За исключением единственного случая (семейство с $n = 15, p = 4$), множества PT- и λ-однородных графов в (n, p)-наборах совпадают. В каждом из n-наборов множество PT-графов является подмножеством соответствующего семейства λ-однородных графов.
3. Полученные результаты позволяют сформулировать следующую гипотезу: λ-однородность графа является необходимым условием его реберной транзитивности.
4. Учитывая тот факт, что задача распознавания реберной транзитивности графа относится к NP-трудным, а алгоритм установления λ-однородности является полиномиальным, последняя гипотеза дает нам эффективный инструмент для поиска новых PT-графов и получения их полных семейств.

Литература. **1.** Борисова, Л.Ф. Регулярные топологии в микропроцессорных системах и сетях ЭВМ / Л.Ф.Борисова // Вестник МГТУ. – 2002. – том 5. – №2. – С.223-232. **2.** Пинчук, В.П. Алгоритмы маршрутизации и способ структурной параметризации ребер графа / В.П. Пинчук // Искусственный интеллект (Ин-т проблем искусств. интеллекта НАН Украины), ІПШІ "Наука і освіта". – 2005. – № 4. – С. 268-275. **3.** Пинчук, В.П. Численное исследование λ-однородных графов / В.П.Пинчук, Е.В.Кривцун // Системный анализ и информационные технологии: материалы 14-й Междунар. научно-техн. конф. SAIT 2012, Киев, 24 апреля 2012 г. / УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ".– К.: УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2012. – С. 107-108, всего 443 с.

Поливода О.В., Рудакова А.В.
Херсонский национальный технический университет, Херсон, Украина

Методы оперативного управления влагообеспечением в ирригационных системах с прогнозирующей моделью

Оросительные системы представляют собой сложные территориально-распределенные объекты, цель функционирования которых состоит в своевременном подведении к орошаемой территории поливных вод, необходимых для обеспечения оптимальной влажности почвы при выращивании различных сельскохозяйственных культур [1]. Повышение эффективности функционирования таких систем в значительной мере связано с совершенствованием процессов планирования и оперативно-диспетчерского управления.

Современные системы управления влагообеспечением представляют собой интегрированные автоматизированные системы (ИАС), которые с помощью подсистемы мониторинга осуществляют систематическое измерение всех текущих параметров функционирования объекта, параметров окружающей среды, пополнение баз данных новой информацией и фиксацию изменения параметров системы для возможности дальнейшего прогноза. Наличие соответствующих моделей и программ для прогноза динамики влажности почвы позволяет повысить эффективность управления ирригационной системой.

Целью исследований является разработка методов и средств оптимизации оперативного управления влагообеспечением с прогнозирующей моделью.

Прогнозирующая модель, приведенная в [2], предназначена для воспроизведения возможной влажности почвы на интервале прогноза при фиксированном режиме работы поливного оборудования с учетом прогноза метеорологических условий и текущей влажности почвы. Продолжительность интервала достоверного прогноза T для формирования графика полива, в течение которого систему можно считать квазилинейной, необходимо определять используя методы одномерного спектрального анализа динамики влажности почвы в конкретных климатических и агротехнических условиях [3].

В течение времени T выработка краткосрочных плановых решений должна осуществляться с учетом пропускной способности каналов и мелиоративных характеристик системы в условиях неопределенности относительно состава почв, объемов случайных осадков, способа распределения оросительных вод и водопотребления выращиваемых культур. Для этого при решении задач оперативного планирования можно использовать метод упреждающего адаптивного управления с экспоненциальным сглаживанием и прогнозирующей моделью. На следующем шаге управления формирование графика полива повторяется с учетом скорректированной оценки прогноза состояния влажности почвы с сохранением длины интервала прогноза.

Таким образом, оперативное управление режимами влагообеспечения сельхозугодий, которое осуществляется в течение вегетационного периода, состоит из следующих периодически повторяющихся этапов: составление планов работы оборудования ирригационной системы на текущий период на основе графиков полива; реализация планов влагообеспечения и их корректировка; мониторинг, оценка и прогноз влажности почвы; формирование графиков полива на предстоящий расчетный период на основе заявок от потребителей.

Методы оперативного управления влагообеспечением могут быть реализованы в АРМ диспетчера в составе системы поддержки принятия решений, в которой осуществляется расчет оптимального управления с экспоненциальным сглаживанием и прогнозирующей моделью.

Литература. **1.** Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 448 с. **2.** Поливода О.В. Динамическая модель распределения влаги в пахотном слое / О.В. Поливода, Н.И. Рыженко, А.В. Рудакова // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2010.–№3(39). – С. 374–380. **3.** Поливода О.В. Применение спектрального анализа в контуре идентификации состояния информационно-управляющей системы ирригационной сети/ Поливода О.В.// Вестник Херсонского национального технического университета. – 2011. – №2(41). – С. 245–250.

Польская О.В., Кудерметов Р.К., Грушко С.С.
Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина

Концепция качества восприятия веб-сервисов

Сервис-ориентированная архитектура (SOA) позволяет современным предприятиям (бизнес-субъектам) быть конкурентоспособными и достаточно гибкими к изменениям рынка. SOA обеспечивает связь информационных технологий с бизнес-процессами, предлагая предприятиям различные веб-сервисы для организации взаимодействия с клиентами. Целью любого бизнеса является получение прибыли за предоставленные товары или услуги конечным потребителям, поэтому задача увеличения количества клиентов актуальна. Клиенты требуют новых, более интегрированных решений.

В связи с этим возникают задачи идентификации сервисов, т.е. выявления необходимых сервисов и их разработки. Разработка новых сервисов может осуществляться путем использования существующих приложений, облекая их в соответствующие интерфейсные оболочки, путем создания принципиально новых приложений, а также методами композиции комплексных сервисов из совокупности атомарных сервисов.

Веб-сервисы могут категоризироваться как по целевому назначению, т.е. по функциональности, так и по нефункциональным характеристикам QoS (Quality of Service), например, степени готовности, надежности, времени отклика и т.п.

Наиболее очевидные и распространенные подходы к идентификации и разработке веб-сервисов – это IT-ориентированный (bottom-up) и бизнес-ориентированный (top-down). IT-ориентированный подход зависит от платформ и технологий для создания веб-сервисов, таких как Microsoft .NET, J2EE, IBM's Websphere и др. Бизнес-ориентированный – использует абстракции веб-сервисов с учетом модели бизнеса и/или структуры предприятия [1].

Указанные подходы не учитывают еще один важный для бизнеса аспект QoS – требования, ориентированные на качество восприятия услуги клиентами, называемые QoE (Quality of Experience), и не рассматривают оценку сервисов с точки зрения степени удовлетворения клиента качеством сервиса. Структура метрик для такой оценки получила название CEM (Customer Experience Management) и включает совокупность метрик, процедур и методологию для оптимального управления процессами восприятия конечного пользователя.

Нефункциональные требования к веб-сервисам оказывают существенное влияние на их восприятие клиентами, которое впоследствии можно оценить соответствующими метриками. Метрики, в свою очередь, должны анализироваться специальными программными средствами и "ручной" анализ данных в этом случае представляется неэффективным.

Известная отраслевая ассоциация электросвязи Tele Management Forum (TM Forum) для оценки качества услуг предложила концепцию ключевых показателей эффективности KPIs (Key Performance Indicators) и ключевых показателей качества KQIs (Key Quality Indicators). Также был предложен алгоритм отображения KPI на KQI, с помощью которого можно агрегировать (свернуть) несколько типов показателей эффективности (метрик) в один простой, значимый интегральный показатель, выражающий состояние системы [2]. Алгоритм был неоднократно применен в реальных проектах и показал свою состоятельность.

Анализ успешных практик применения алгоритма отображения KPI на KQI для преобразования совокупности метрик эффективности в метрики качества дает надежду на возможность использования аналогичного алгоритма для формирования показателей восприятия сервисов клиентами из функциональных и нефункциональных метрик и, следовательно, использовать его для эффективного управления восприятием клиента в SOA.

Литература. **1.** N. Al-Rawahi and Y. Baghdadi, "Approaches to identify and develop Web services as instance of SOA architecture", in Proceedings of ICSSSM'05, Beijing, China, 13-15 June, 2005 © IEEE. doi: 10.1109/ICSSSM.2005.1499538 **2.** N. Ping, L. Jian-xin, W. Chun and Zh. Cheng, "A General Algorithm Mapping KPI to KQI", Journal of Electronics & Information Technology, vol. 30 (10), pp. 2503 - 2506, 2008. doi: 10.3724/SP.J.1146.2007.00562

Полянская Т.Н.
РВУЗ "Крымский гуманитарный университет", Ялта, Украина

Интеллектуальные системы принятия решений по созданию курортополиса Большой Ялты

Опережающее управление устойчивым функционированием и развитием курортно-рекреационной системы южнобережья АР Крым требует принятия инновационных решений по созданию и развитию инновационного курортополиса Большой Ялты на уровне мировых стандартов.

Инновационный курортополис – это город-курорт, являющийся единым хозяйственным комплексом, который разрабатывает, реализует и внедряет в охранно-оздоровительный процесс новые технологии рекреации, экологические исследования, лечение, сервис, необходимое курорту экологически чистое производство, охрану окружающей среды, развитие конкурентоспособного курорта и эффективное управление [3].

Для реализации этой проблемы необходима подготовка и переподготовка управленцев-менеджеров и специалистов предприятий системы услуг Большой Ялты, введения должности системного аналитика.

Системы инновационного крурортополиса в Большой Ялте должны включать:

1. Наукоемкие технологии рекреации, отдыха и лечения потребителей услуг;
2. Научно-методическую, диагностическую и лечебную базу с современным оборудованием;
3. Наличие квалифицированных кадров обслуживания и лечения потребителей;
4. Современные организационные и управленческие технологии обеспечения проживания и отдыха клиентов уровня мировых стандартов;
5. Открытие новых возможностей для привлечения отечественных и зарубежных инвестиций в развитие курортополиса;
6. Обеспечение безопасности потребителей и обслуживающего персонала;
7. Обеспечение охраны и рекреации окружающей природной среды и безопасности населения [3].

Таким образом, инновационный курортополис АРК необходимо рассматривать как единый организм (систему), способный эффективно и надежно функционировать, обеспечивать своё постоянное развитие, выдерживая конкуренцию с аналогичными учреждениями в Украине и за рубежом.

Рис. 1. Большая Ялта

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Для создания инновационного курортополиса Большой Ялты необходимо при горисполкоме ввести подразделения государственной службы, разработать проектную организационную структуру управления, в которой в каждую проектную группу вошли бы специалисты, владеющие наукой управления, практическими навыками решения проблем по подсистемам курорстополиса на основе системного анализа и предвидения последствий принимаемых инновационных решений в перспективе для развития курорта, охраны окружающей среды и профессионального долголетия трудовых ресурсов Крыма.

Проектные группы развития системы курортополиса должны возглавлять, как рекомендует профессор НТУУ "КПИ" Панкратова Н.Д., в каждой подсистеме на каждом уровне управления «системный аналитик» [1].

То есть, системный аналитик – это квалифицированный менеджер высшего уровня управления, координирующий системный анализ и взаимодействие в процессе предвидения последствий управленческих решений в системе "человек – машина – окружающая среда" (ЧМОС) [1].

Используя методы НМГУА, предложенные профессором НТУУ "КПИ" Зайченко Ю.П. [2], привлекая различных экспертов-специалистов, можно было бы оценить на стадии предвидения ожидаемую эффективность внедрения различных направлений подсистем курортополиса:

$$Y = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} x_i \cdot a_{ij}}{\sum\limits_{i=1}^{n} a_{ij}}, \qquad (1)$$

где x_i – ожидаемая эффективность i-той подсистемы курортополиса; a_{ij} – доля оценок i-той подсистемы j-того эксперта.

Таким образом, ускорение научно-технического прогресса, информатизация и инновационное развитие всех отраслей Украины предъявляют повышенные требования к качественному потенциалу научного и управленческого персонала, занимающегося генерированием, разработкой и внедрением новых технологий и экономических идей, способных к созданию интеллектуальных систем принятия решений. Это предъявляет повышенные требования к качеству высшего образования для формирования высокой компетентности, усиления гибкости и мобильности социального поведения специалистов, управленцев, формирования новых жизненных позиций. Все это предъявляет новые требования к интеллектуальному уровню общества, к его совершенствованию через образованность, профессионализм, коммуникабельность и творческое развитие человека.

Выводы. Используя системный анализ сложных систем разной природы курортополиса Большой Ялты, появляется возможность выхода сферы услуг на мировой уровень и обеспечения их устойчивого функционирования и развития на перспективу, превращения её в мировой курорт с конкурентоспособной системой предоставляемых услуг международного уровня, наполнения бюджета АР Крым и Украины.

Литература. **1.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения/Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. 2-е изд. – К.: Наукова думка. – 2011. – 727 с. **2.** Зайченко Ю.П. нечёткие модели и методы в интеллектуальных системах. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – К.: Издательский Дом «Слово», 2008. – 344 с. **3.** Полянская Т.Н. Основы менеджмента: Учебное пособие. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2011. – 564 с.

Попович М.М.
«ХАЙТЕК СИСТЕМИ» Група, Вінниця, Україна

Підприємництво в системі взаємодії задля сталого розвитку

Жорсткі умови світової глобальної конкуренції, недосконаліть ринкової інфраструктури в Україні та обмеженість власних ресурсів стримують створення нових хайтек-ринків шляхом поширення «підривних» технологій замість підтримуючих, що, власне, є місією вітчизняного підприємництва, зокрема підприємців-новаторів. Останні, з притаманною їм пильністю стосовно найновішої інформації, здатні генерувати і сприймати перспективні ідеї, адаптуючи їх до економічних реалій. Саме вони покликані реалізовувати інвестиційно-інноваційну модель розвитку вітчизняної економіки, що вже тривалий час, де-факто, залишається декларацією про наміри на державному рівні. Натомість вітчизняне підприємництво розглядається як метаекономічне явище, яке хоча й впливає на економіку та не є її складовою. Йому також не приділяється належна увага як ринкоутворюючому чиннику. У дослідженнях функціонування економічної системи оперують, здебільшого, узагальненими показниками економічного зростання, що представлені в системі національних рахунків. Макроекономічний підхід, де-факто, ототожнює поняття зростання економіки з поняттям економічного розвитку та не враховує реального динамізму економічних процесів, а відтак недостатньо відображає власне еволюцію економічної системи. У реальності кожному новому витку економічної еволюції передують суттєві зміни на всіх рівнях: макро-, мезо- та мікрорівні. На мезорівні економічні процеси розглядаються переважно у контексті міжгалузевої конкуренції і антимонопольного регулювання (галузевої концентрації, вхідних бар'єрів тощо), а на мікрорівні – з позицій суто конкурентного розвитку підприємництва, про що свідчить тематика міжнародної конференції [1].

На цій конференції автором було актуалізовано – в аспекті становлення інноваційно-інвестиційного підприємництва в Україні – нову стратегію діяльності економічних суб'єктів [1, с. 219-225]. Її підґрунтям стала вже доволі відчутна в економічно розвинених країнах на початку XXI століття новітня тенденція до взаємовигідної співпраці, яка парадоксально потіснила власне конкурентну боротьбу. Вона може розглядатись як нова альтернатива горезвісній «стратегії виживання», що в значній мірі спричинена жорсткою конкурентною боротьбою, яка на наших теренах набула нецивілізованого характеру. Було започатковано, переважно в постановочному плані, нову теоретичну концепцію взаємодії задля розвитку, що розкриває сутність проривної тенденції до взаємовигідної співпраці (партнерства, кооперації, інтеграції тощо). Враховано також зміни в характері самої конкуренції та компліментарність механізмів дії класичної «невидимої руки» і другої, радше «видимої руки», ринку [2].

Поряд із традиційним уявленням про економіку як систему матеріального виробництва і фінансового потоку вона розглядається, водночас, і як інформаційна система. За часів А. Сміта можливості прямого обміну інформацією, звісно, були обмеженими й надмірно затратними. Саме тому координація не могла здійснюватись інакше, ніж ціновим механізмом через баланс попиту і пропозиції, тобто опосередковано – «невидимою рукою» ринку. М. Кассон висуває постулат щодо довготривалого столітнього спаду в інформаційних витратах, який призвів до тривалої еволюції інституційної структури ринку [3, с. 311]. Наразі є унікальні можливості для прямого, ніким не опосередкованого, обміну інформацією через медійні комунікації, зокрема соціальні мережі тощо. Отже, сформувались достатні передумови для того, щоби до «невидимої руки» ринку підключився паралельний механізм регулювання, основою якого є «спостереження не за цінами, а за тим, хто які товари купляє, для яких цілей та з яким ефектом». «Цей механізм, – за висловом О. Долгіна – є не що інше, як друга невидима рука. . . ». [4, с. 45]. На нашу думку, це, радше, «видима рука» ринку, яка діє сумісно з «невидимою рукою» і тим самим може кардинально змінювати організаційну реальність, характер динамічної рівноваги та перебіг змін кон'юнктури ринку. Така методологічна основа дозволяє більш повно розкрити функції підприємництва, яке дедалі більше сповідує логіку колективної дії та перетворюється в суб'єкта груп інтересів.

Розкриття взаємодії в економічній організації дає можливість наповнити конкретним змістом абстрактні схеми макроекономічного аналізу функціонування економічної системи, зокрема прояснити сутність її реального динамізму. Природу процесів взаємодії в економічній організації можна відобразити за допомогою запозичених з біології понять «кон'югація», «інгресія» та «дезінгресія», які вперше ввів у обіг організаційної теорії О. О. Богданов у своїй фундаментальній праці «Тектологія» [5]. Поняття «кон'югація» відображає такий етап розвитку системи, коли між окремими елементами системи починається співробітництво, а поняття «інгресія» та «дезінгресія», відповідно, – етап її переходу до нової якості (зростання взаєморозуміння, згуртованості тощо) або ж, навпаки, – етап деградації системи та її розпаду як цілісного утворення.

В роботі застосована сучасна методологія порівняльного інституціонального аналізу. Проблематика дослідження потребувала «напівмікроаналітичного рівня аналізу», тобто «більш мікроаналітичного, ніж прийнятий в пануючій теорії цін» та, водночас, «менш мікроаналітичного, ніж той, котрий застосовується у багатьох соціологічних і соціально-психологічних дослідженнях організаційної поведінки» [6, с. 179]. Важливо відмітити, що в систему економічної взаємодії входить також держава. При цьому ми поділяємо думку Д. Норта і його співавторів: «Всі держави є організаціями організацій» [7, с. 427]. Трактування держави, як метаорганізації і суб'єкта взаємодії, спрощує аналіз з позиції кібернетики, як науки «про ефективну організацію» [8, с. 361]. Системі взаємодії економічних суб'єктів притаманна складність та велика різноманітність, а для її підсистеми – взаємодії задля сталого розвитку – особливо характерна перманентна нестабільність. У добре регульованій системі, – завважує «батько» організаційної кібернетики С. Бір, – необхідно дотримуватись чотирьох головних кібернетичних вимог, які забезпечують стабільність взаємодії [8, с. 365]. Отже, забезпечення стабільності у системі взаємодії задля сталого розвитку можливе за таких умов: має виконуватись закон Ешбі стосовно необхідної різноманітності; інформаційні канали зберігають різноманітність, що передається; перетворювачі інформації не зменшують і не збільшують різноманітність; має місце синхронізація часових циклів усіх підсистем.

Це дослідження опирається на праці попередників та відображає двадцятирічний досвід інноваційно-інвестиційної діяльності автора, як підприємця та генерального директора «ХАЙТЕК СИСТЕМИ» Група (м. Вінниця). Концепція взаємодії задля сталого розвитку відкриває широку перспективу, що виходить за межі норм Закону України «Про державно-приватне партнерство». Вона спрямована на встановлення чіткого і прозорого механізму взаємодії суб'єктів господарювання, зокрема підприємництва, з органами влади та громадянським суспільством.

Література. **1.** Конкурентний розвиток підприємництва в Україні: Мат-ли міжнар. наук.-практ. конф. – К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2012. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.econom.univ.kiev.ua/GS/26112012/zbirnuk.pdf. **2.** Попович М. М. Засади становлення вітчизняного інноваційно-інвестиційного підприємництва: взаємодія задля розвитку // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. – 2013. – Вип. 148. – С. 35-38. **3.** Кассон М. Інформація та організація. Новий погляд на теорію фірми / Марк Кассон; пер. з англ. Ігоря Ободовського. – К.: ВД «Києво-Могилянська академія», 2008. – 366 с. **4.** Долгин А. Манифест новой экономики. Вторая невидимая рука рынка / Александр Долгин. – М.: АСТ, 2010. – 224 с. **5.** Богданов А. А. Тектология. (Всеобщая организационная наука). В 2-х кн. / Редкол. Л. И. Абалкин и др. Кн. 1. – М.: Экономика, 1989.– 304 с. **6.** Уильямсон О. И. Экономические институты капитализма: Фирмы, рынки, «отношенческая» контрактация ; Пер. с англ. – СПб.: Лениздат; CEV Press, 1996. – 702 с. **7.** Норт Д. Насилие и социальные порядки. Концептуальные рамки для интерпретации письменной истории человечества [Текст] / Дуглас Норт, Джон Уоллис, Барри Вайнгаст ; Пер. с англ. – М.: Изд-во Института Гайдара, 2011. – 480 с. **8.** Бир С. Мозг фирмы: Пер. с англ. Изд. 3-е. – М.: ВД «ЛИБРОКОМ», 2009. – 416 с.

Потапенко А.Ю. *— рецензент Богданский В.Ю.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Построение поверхностного интеграла по поверхности произвольной коразмерности в $\mathbb{R}^n$

Рассматривается проблема построения поверхностного интеграла по поверхности произвольной коразмерности в $\mathbb{R}^n$. В качестве обобщения традиционного подхода к построению поверхностного интеграла в $\mathbb{R}^3$ получена следующая конструкция:

$$\int\limits_S g(x)\,d\sigma = \int\limits_D g\left(r(u)\right)\sqrt{\Gamma\left(r^1(u),.,r^{n-m}(u)\right)}\,du, \tag{1}$$

где

$$S = \left\{ r(u) \in \mathbb{R}^n \middle|\, u \in D \subset \mathbb{R}^{n-m} \right\} \text{ — поверхность коразмерности } m \text{ в } \mathbb{R}^n,$$

$$r^i = \frac{\partial r}{\partial u^i},$$

$$\Gamma(v_1,.,v_k) = \begin{vmatrix} \langle v_1, v_1\rangle & \cdots & \langle v_1, v_k\rangle \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \langle v_k, v_1\rangle & \cdots & \langle v_k, v_k\rangle \end{vmatrix} \text{ — граммиан.}$$

В качестве альтернативного подхода рассмотрено построение поверхностного интеграла на основании векторных полей $X_1, X_2, ., X_m$ с коммутирующими потоками:

$$\int\limits_S g(x)\,d\tilde{\sigma}_X = \lim_{T_i \to 0+} \frac{\int\limits_{F_{T_1 \dots T_m}} g(x)\,dx}{T_1 \cdot \ldots \cdot T_m}, \tag{2}$$

где

$$F_{T_1 \dots T_m} = \bigcup_{t_i \in [0;T_i]} \Phi^1_{t_1} \dots \Phi^m_{t_m} S,$$

$$\Phi^i_t \text{ — поток векторного поля } X_i,$$

$$\text{Коммутируемость потоков — } \Phi^i_{t_1}\Phi^j_{t_2}x = \Phi^j_{t_2}\Phi^i_{t_1}x$$

Проведен сравнительный анализ (1) и (2) и доказаны следующие теоремы:

Теорема 1. Если $\left\{r^1(u),.,r^{n-m}(u)\right\}$ л.н.з. $\forall u \in D$, тогда:

$$\tilde{\sigma}_X \prec \sigma$$

и

$$\frac{d\tilde{\sigma}_X}{d\sigma} = \frac{\sqrt{\Gamma\left(X_1\left(r(u)\right),.,X_m\left(r(u)\right),r^1(u),.,r^{n-m}(u)\right)}}{\sqrt{\Gamma\left(r^1(u),.,r^{n-m}(u)\right)}}$$

Теорема 2. Если $X_1, X_2, ., X_m$ — *нормальные* по отношению к поверхности S поля, тогда:

$$\tilde{\sigma}_X \prec \sigma$$

и

$$\frac{d\tilde{\sigma}_X}{d\sigma} = \sqrt{\Gamma\left(X_1\left(r(u)\right),.,X_m\left(r(u)\right)\right)}$$

Теорема 3. Если, помимо условий Теоремы 2, выполняется условие *ортонормированности полей* $X_1, X_2, ., X_m$ на поверхности S:

$$\|X_i(x)\| = 1 \forall x \in S, i = 1..m,$$

$$\langle X_i(x), X_j(x)\rangle = 0 \forall x \in S, i \neq j,$$

тогда:

$$\tilde{\sigma}_X \equiv \sigma$$

Просвирнин В.И., Голиков С.П., Авдеев Б.А.
Керченский государственный морской технологический университет, Керчь, Украина

Влияние наложенного магнитного поля на эффективность очистки гидроциклона

Очистка вязких сред от механических примесей является одной из важнейших задач энерго- и ресурсосбережение не только для нашей страны, но и для всего Земного шара. Существует различные способы очистки вязких сред. Одним из таких устройств является магнитный гидроциклон, который в последнее время завоевывает все большую популярность. Однако существует проблема - в современной научной литературе крайне скудно отражены процессы, протекающие внутри магнитного гидроциклона, поэтому крайне необходимы дальнейшие исследования в этой области. Магнитное поле в гидроциклоне воздействует двумя способами на эффективность очистки: первое воздействие заключается в том, что процесс сепарации происходит за счет того, что магнитное поле, воздействуя на магнитные частицы, увлекая их к периферии гидроциклона. второе воздействие выражается в коагуляции частиц и образованию флокул в рабочей камере аппарата заключается в том, заключается в том, что эффект воздействия электромагнитного поля в гидроциклоне на магнитные частицы, находящиеся в потоке вращающейся жидкости, способствует коагуляции частиц. Скоагулированные частицы обладают большей массой, чем одиночные частицы, и это приводит к увеличению эффективности улавливания в следствии возрастания центробежной силы. На сегодняшний день имеется два различных типа магнитных гидроциклонов [2]: с радиальным полем (гидроциклон Фрикера) и с внешним полем (гидроциклон Мартина). В первом типе магнитная сила направлена в выходному патрубку, а основная роль магнитного поля отводится для флокулообразования. Второй тип создает магнитное поле такой конфигурации, что магнитная сила действует в ту же сторону, что и центробежная, т.е. заставляет магнитные частицы перемещаться от центра к периферии.

После рассчета значений магнитной силы значения центробежной и магнитной сил при различных диаметрах частиц и значений напряженности магнитного поля на несколько порядков меньше. Для того, чтобы величину магнитной силы сделать соизмеримой с центробежной, нужно в значительной степени увеличивать электрическую мощность, подаваемую на электромагнитную систему, что приведет к значительному удорожанию установки. В случае с магнитным гидроциклоном Мартина, часто применяется вариант – использования электромагнитной системы статора электродвигателя в качестве источника магнитного поля и согласноэтой формуле, видно, что число пар полюсов в значительной степени будет влиять на распределение магнитного поля внутри рабочей камеры. Чем больше число пар полюсов, тем большее значение магнитной силы у полюсов электромагнитной системы; однако, в центральной части аппарата, величина магнитного поля будет настолько мала, что не будет происходить процесс коагуляции.

Теоретический анализ воздействия магнитного поля в рабочей камере гидроциклона показал, что сила магнитного поля на несколько порядков меньше, чем центробежная сила и поэтому не является определяющим фактором увеличения эффективности. Однако экспериментально доказано, что магнитное поле существенно влияет на выход магнитных частиц с продуктами сепарации из магнитного гидроциклона. Связано это с коагуляцией частиц, поэтому при расчетах магнитных гидроциклонов особое внимание требуется уделять флокулообразованию.

Литература. **1.** Александров, Е. Е. Повышение ресурса технических систем путем использования электрических и магнитных полей [Текст] : Монография / Е. Е. Александров, И. А. Кравец, Е. Н. Лысиков [и др.]. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2006. – 544 с. **2.** Масюткин Е. П. Анализ основ теории и методов расчета гидроциклонов с силовыми полями электрической природы [Текст] / Е. П. Масюткин, В. И. Просвирнин, Б. А. Авдеев // Рыбное хозяйство Украины. – Керчь : КГМТУ, 2011. – № 1 (78). – С. 34-38.

Радюк А.Н., Борота А.В.
Государственное предприятие "Центр эколого-экспертной аналитики", Киев, Украина

Единая информационно-аналитическая система поддержки принятия управленческих решений с использованием данных дистанционного зондирования Земли

Создание для Министерства экологии и природных ресурсов Украины системы для проведения объективного и независимого государственного мониторинга окружающей среды с применением космических снимков, средств автоматизации и геоинформационных систем.

Основания для выполнения проведения работ был Закон Украины «О природно-заповедном фонде Украины». Стратегия государственной экологической политики Украины до 2020 года. Распоряжение Кабинета Министров Украины от 25 мая 2011 года № 577-р «Об утверждении Национального плана действий по охране окружающей среды на 2011-2015 годы». Национальный план действий, цель 3. Достижения безопасного для здоровья человека состояния окружающей среды, пункт 132. «Внедрение инновационных технологий проведения экологического мониторинга с применением современных технических средств и информационных систем».

Если перечислять преимущества то нужно начать с получения объективной информации без участия человеческого фактора, актуальной информации о больших площадях, широком спектре информации, возможность получения объективной информации в труднодоступных местах и возможность проведения повторного анализа и экологической экспертизы по истечению времени.

На сегодня в Украине впервые создана система с таким широким спектром данных. На начало 2013 года Система наполнена 1 302 тис. км2 снимков Rapideye, 60 тис. км2 снимков Radarsat и 35 тис. км2. Кроме этого летописи, проекты организации территории, схемы зонирования, красная и зеленая книги, карты туристических маршрутов, фотографии и другая информация.

В данной системе проводится мониторинг вырубок леса, произведенные в указанных для мониторинга участках, полигоны складирования твердых отходов, а также свалок, строительство промышленных, транспортных, сельскохозяйственных, социальных объектов, места открытой разработки полезных ископаемых различных типов, карьеры и развитие негативных природных и техногенно-спровоцированных процессов (массовая эрозия почв, загрязнения и т.д.).

Алгоритм обработки данных в системе мониторинга состоит из нескольких основных этапов: 1. Сборка данных дистанционного зондирования Земли. 2. Первоначальной обработки данных космической съемка. 3. Выявление и картографирование объектов, процессов и явлений в пределах территории Украины. 4. Статистического и графостатичного анализа мониторинговой информации, расчет убытков.

Для визуализации данных был созданы Геопротал. Основными предназначениям является интеграция актуальных и ретроспективных данных в единой информационной среде, наглядная визуализация картографических материалов и информации из баз данных и других источников, обеспечение интерактивного доступа в реальном времени, поддержка принятия управленческих и технологических решений, удаленный доступ из региональных офисов и мобильных рабочих мест.

Адрес данного Геопортала http://213.160.130.218/pzfmonitoring/.

Реутов О.А.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Різнотемпова дискретизація координат у фінансових процесах України

Будь-яка фінансова система має різноманітні фінансові процеси та координати процесів, складні взаємозв'язки між координатами, як «явні» так і «неявні». При цьому істотною обставинною при реалізації математичного опису динаміки процесів є різнотемпова дискретизація окремих координат. Причинами виникнення різних періодів дискретизації координат фінансової інфраструктури можуть бути наступні:

- Недостатній стан розвитку інфраструктури обробки даних та доступу до них;
- Обмежений ступінь прозорості регуляторної політики, яка проводиться в країні;
- Економічна невигідність в отриманні даних з більш частою дискретизацією;
- Фізична неможливість більш швидкого отримання інформації для вимірювання або розрахунку окремих координат;
- Необхідність отримання зворотнього зв'язку від процесу, якщо на координату можливий вплив.

Зазначені вище пункти не є вичерпним списком причин використання різнотемпової дискретизації у моделях, але вони в першу чергу характерні для України. Для координат фінансової системи України були визначені наступні характерні періоди дискретизації:

- Період дискретизації змінний:
  1. Крива вартості ресурсів банку (ставка фондування);
  2. Облікова ставка НБУ;
  3. Інтервенції НБУ на валютному ринку;
  4. Інтервенції НБУ на грошовому ринку.
- Період дискретизації відсутній:
  1. Необідність в грошові масі;
  2. Очікування українських інвесторів.
- Період дискретизації 3 місяці:
  1. Реальний та номінальний ВВП України.
- Період дискретизації 1 місяць:
  1. Грошова маса;
  2. Об'єм іноземних інвестицій в Україні;
  3. Дефіцит/профіцит рахунку поточних операцій;
  4. Дефіцит/профіцит операцій з капіталом та фінансових операцій;
  5. Об'єм золотовалютних резервів НБУ;
  6. Дефіцит/профіцит торгового балансу
  7. Дефіцит/профіцит платіжного балансу
  8. Приватний та державний борг в Україні;
  9. Безробіття в Україні;
  10. Об'єми та собівартість виробництва;
  11. Ліквідність Казначейства;
  12. ІСЦ.
- Період дискретизації 1 день:
  1. Курс долар/гривня;
  2. Курс євро/гривня;
  3. Ліквідність банківської системи;
  4. Попит/пропозиція на фінансових ринках України;
  5. Крива вартості ресурсів в Україні;
  6. Статті балансу банка, в т. ч. залишки на поточних рахунках;
  7. Залишки на кореспондентських рахунках в НБУ.

Таким чином, в роботі були визначені характерні періоди дискретизації для координат фінансової системи України. Встановлено, що із: 7 із періодом дискретизації один день; 12 із періодом дискретизації один місяць; 1 із періодом дискретизації 3 місяці; 2 із відсутнім періодом дискретизації та 4 зі змінним періодом дискретизації. Встановлено взаємовплив між факторами фінансової інфраструктури України (Рис.1).

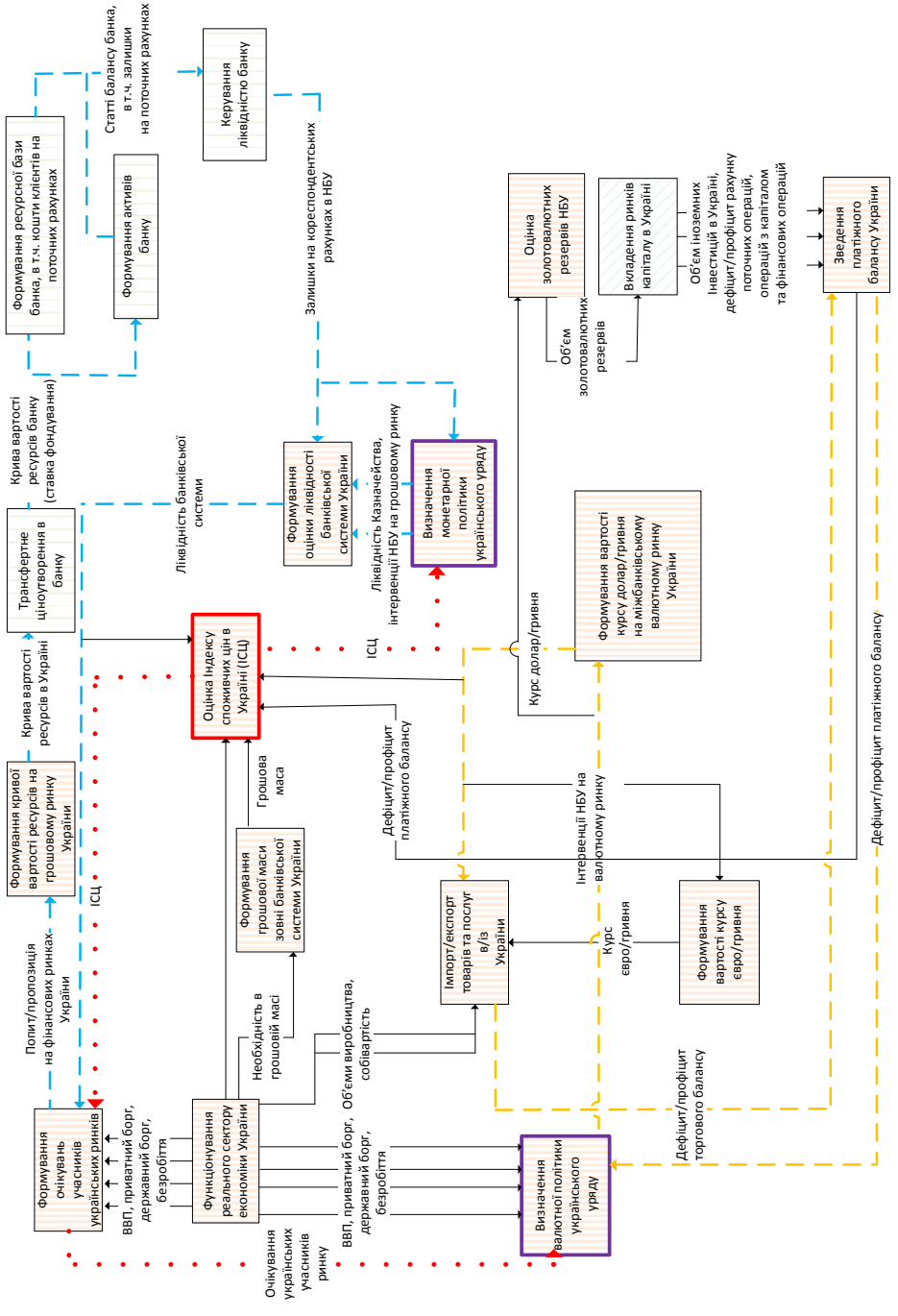


Рис. 1. Структурна схема фінансової інфраструктури України

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Ризун Н.О., Тараненко Ю.К.
Днепропетровский университет имени Альфреда Нобеля, Днепропетровск, Украина

Модель идентификации когнитивных процессов тестируемого как переходных характеристик адаптивного ПИД-регулятора

Предлагается модель *идентификации когнитивных процессов тестируемого как переходных характеристик адаптивного ПИД-регулятора*, которая базируется на проведении аналогий теории автоматического управления и теории тестирования [1].

Исходные предпосылки. Исходными предпосылками для разработки данной модели являются: целесообразность последовательной подачи тестовых заданий (информационных моделей) в порядке уменьшения проверяемого *уровня профессиональной подготовленности* ($U^{[N]} \to U^{[N-1]} \to \cdots \to U^{[1]}$) [2]; интерпретация успешного распознавания большего количества информационных моделей наивысшего для данного сеанса идентификации тестируемых уровня ($U^{[N]}$, $n = \overline{1,N}$) как достижение максимального установленного (желаемого) уровня (меры) профессиональных навыков ($r^{[N]}$); окончание сеанса идентификации тестируемых по результатам правильного распознавания большего количества информационных моделей наивысшего целевого уровня может рассматриваться как заслуженное поощрение тестируемых с высоким уровнем подготовки; в случае неудовлетворительного результата распознавания информационных моделей текущего уровня тестируемый может подтвердить наличие у него (желаемого) уровня (меры) профессиональных навыков при прохождении соответствующего данному уровню набора информационных моделей ($U^{[i-1]}$, $n = \overline{1,N}$) целевого уровня. Поскольку каждый из целевых уровней характеризует определенную степень профессионализма тестируемого, то количество фактически пройденных уровней α позволяет выявить его способности и будущую сферу эффективного применения.

Базовой эвристикой для формулировки модели идентификации когнитивных процессов тестируемого является основная особенность адаптивных ПИД-регуляторов – использование текущей информации для изменения алгоритма управления системой. Поскольку целевые уровни информационных моделей настроены на проверку различных профессиональных навыков и умений, тестируемый как элемент замкнутого контура регулирования должен изменять алгоритм принятия решений в соответствии с текущим целевым уровнем.

Постановка задачи. В это связи, с целью повышения точности аналогий ПИД-регулятора и тестируемого, предлагается вычислять степень отклонения ε фактического y от заданного r (оптимального) уровня (меры) профессиональных знаний отдельно для пропорциональной, дифференциальной и интегральной составляющих: $\varepsilon_p = ar - y$, $\varepsilon_d = br - y$, $\varepsilon_I = cr - y$, где ε_p, ε_d, ε_I – ошибки для пропорциональной, дифференциальной и интегральной составляющих соответственно; a, b, c – настроечные весовые коэффициенты, определяющие степень важности таких аспектов профессиональной подготовленности, тестируемых (развиваемых) в данном тестовом сеансе, как: скорость мышления, углубление профессиональных знаний в конкретной предметной области, совершенствование личностных характеристик тестируемого (обучаемого) специалиста.

Уравнение такого ПИД-регулятора записывается как: $u(t) = K_p\varepsilon_p(t) + \frac{1}{T_I}\int\limits_1^t \varepsilon_I(t)dt + T_d\frac{d\varepsilon_d(t)}{dt}$, где K_p – уровень личностных качеств, необходимых для достижения заданной меры профессиональной подготовленности (коэффициент усиления); T_I – уровень устойчивости профессиональных знаний (коэффициент пропорциональности интегральной составляющей); T_d – уровень интеллектуальной деятельности (коэффициент пропорциональности дифференциальной составляющей); $u(t)$ – решение поданного на вход аттестационного задания определенной меры (уровня) профессиональных знаний (уровень замера знаний) (регулирующее воздействие, формируемое ПИД-регулятором).

Предполагается, что в режиме тестирования векторами задано входное воздействие $r(t) = [r_i^{[i]}]$, $i = \overline{1,4}$, соответствующее информационным моделям, позволяющим проверять определен-

ные профессиональные навыки специалиста, например $U^{[1]}$, $U^{[2]}$ = "Распознавание объектов, понятий, фактов, законов, моделей"; $U^{[3]}$ = "Решение типовых задач, действия по образцу, по знакомому алгоритму или правилу"; $U^{[4]}$ = "Анализ ситуаций, разработка и реализация алгоритмов решения нетиповых задач на основе освоенных операций". В процессе адаптации ПИД-регулятора (тестируемого) к изменяющемуся целевому уровню проверки профессиональных навыков $U^{[i]}$ ошибка слежения на каждом интервале должна быть ограниченной: $|\varepsilon^{[i]}| = |\varepsilon^{[i]*}| + \xi$, где $\varepsilon^{[i*]}$ – допустимая ошибка слежения (допустимое отклонение от заданной меры тестируемых профессиональных навыков) на i-ом целевом уровне при известных коэффициентах объекта, ξ – достаточно малое положительное число.

Необходимость перехода автоматизированной системы диагностики профессиональной подготовленности с i-го на $(i-1)$-й целевой уровень тестирования, как и фактическое количество целевых уровней α , которые должен пройти тестируемый для адекватной оценки его профессиональной пригодности и способностей, определяется текущей несвязкой – коэффициентом интенсивности $K_y^{[i]}$ отклонения фактической профессионального подготовленности от заданного (оптимального) уровня (меры) профессиональных знаний на текущем – i-м целевом уровне: $K_y^{[i]} = \frac{\frac{1}{a_i}\int\limits_1^{t_i+a_i} |y^{[i]}(t) - r^{[i]}(t)|dt}{r^{[i]}(t)}$, где a_i – некое положительное число, удовлетворяющее неравенству $t_i + a_i < t_{i+1}$.

Наличие данного показателя $K_y^{[i]}$ позволяет на его основе сформировать критерий $\Psi(K_y^{[i]}, t)$ качества настройки регулятора – *качества когнитивных процессов (профессиональных навыков и способностей) тестируемого* – путем изменения значений коэффициентов ПИД-регулятора $k = [K_p, T_I, T_d]$ для проверки следующего (возможно, более близкого к его реальному) уровня профессиональных навыков с использованием соответствующих настроечных коэффициентов $a^{[i]}$, $b^{[i]}$, $c^{[i]}$.

Тогда, авторами решается задача идентификации алгоритма μ настройки *(максимальной самореализации) когнитивных процессов тестируемого*: $\mu(r^{[i]}, y^{[i]}, \eta^{*[i]}, K, t)$, в виде процедур, обеспечивающих на основе невязки $K_y^{[i]}$ и информации о входных $r(t) = [r_i^{[i]}]$ и выходных $y(t)$ параметрах системы стремление значения выбранного критерия $\Psi(K_y^{[i]}, t)$ качества настройки параметров $k = [K_p, T_I, T_d]$ к некоторой, сколь угодно малой допустимой степени отклонения от заданного $r^{[i]}$ уровня (меры) профессиональных знаний, обеспечивающей положительный результат прохождения тестового сеанса $\eta^{*[i]}(\eta^{*[i]} \leqslant 0.80 \cdot r^{[i]}(t) : \Psi(K_y^{[i]}, t) \to \eta^{*[i]})$, реализуя тем самым *режим экономии энергии в управляемой системе* (максимизации степени отклонения времени, фактически потраченного на тестовый сеанс T_f от нормативного установленного $T_n(T_m = T_n - T_f) : F(U^{[i]}, T_m, \alpha) \to \text{extr}$).

Выводы. *Модель идентификации когнитивных процессов тестируемого как адаптивного ПИД-регулятора* позволяет формализовать алгоритм изменения параметров когнитивных процессов тестируемого с целью достижения максимальной самореализации в процессе диагностики его реального уровня профессиональных навыков в определенной предметной области.

Литература. **1.** Ризун Н.О. Вопросы идентификации тестируемого как ПИД-регулятора в составе автоматизированной системы профессиональной аттестации / Н.О. Ризун // "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах", № 3. – Хмельницкий. – 2012. – С. 133-141. **2.** Ризун Н.О., Тараненко Ю.К. Методика организации тестового сеанса как инструмент оптимизации качества управления учебным процессом в ВУЗе. // Н.О. Різун, Ю.К. Тараненко / "Электроника и связь", № 6. – Киев. – 2011. – С. 52-64

Родиненко Т.С., Селін О.М.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Застосування ієрархічних методів кластерного аналізу в сфері сталого розвитку країн

В даній роботі пропонується розглянути використання ієрархічних методів кластерного аналізу до проблем сталого розвитку країн на прикладі групування за показниками здоров'я, забруднення довкілля та систем охорони здоров'я країн Організації економічного співробітництва та розвитку і України.

Стрімкий розвиток технологій та промисловості за останнє століття викликав значні зміни в довкіллі. На думку експертів світового економічного форуму викиди парникових газів і досі залишаються найбільш впливовим і ймовірним ризиком для людства на даний час [1]. Спеціалісти підкреслюють значний вплив стану довкілля на здоров'я населення [2]. Соціальні та екологічні проблеми залишаються найбільш обговорюваними на міжнародних форумах. Питання здоров'я громадян та особливо вибір найбільш вдалої системи охорони здоров'я турбує не тільки об'єднання розвинених країн світу [3], але й такі країни, як Україна [4].

Одним з шляхів аналізу та знаходження шаблонів поведінки різних об'єктів на сьогоднішній час, таких як системи охорони здоров'я, залишається кластерний аналіз. Його широко застосовуються для визначення загальних властивостей груп окремих елементів, аналіз можливих причин переходів об'єктів між групами. Також застосування кластерного аналізу в динаміці може дати додатковий матеріал для розуміння причино-наслідкових зв'язків.

В роботі висвітлюється порівняння основних ієрархічних методів кластерного аналізу, які дають змогу краще бачити структуру кластера - на якому етапі додавалися елементи, розуміти їх взаємозв'язки. Порівняння ефективності проведених розбиттів на кластери на основі як внутрішніх, так і зовнішніх показників. Визначаються методи, що дають найбільш вдалі розбиття, вплив на результати кластеризування різними ієрархічними методами вибору типу відстані між елементами.

Для практичного аналізу були застосовані експертні оцінки систем охорони здоров'я країн організації економічного співробітництва та розвитку, взяті зі щорічного звіту [3], та дані індикаторів здоров'я, медицини та забруднення довкілля ВОЗ та Світового банку за 2010 рік. Аналіз проводився за допомогою статистичної програми R, версії 2.15.2, та пакету NbClust [5]. Були проаналізовані 5 класичних, ієрархічних методів кластерного аналізу. Проведено оцінку кластеризації за 28 індексами при фіксованій кількості кластерів. Для даного дослідження кількість кластерів прирівнювалося до шести, запропоновано укладачами звіту ОЕСР [3].

Дане дослідження вказують на високу ефективність методів Варда та методів на основі принципів найбільш віддаленого сусіда і попарного середнього, порівняно з іншими методами ієрархічної кластеризації саме на цій вибірці даних. За результатами досліджень,, проведених на основі індикаторів здоров'я, медицини та забруднення довкілля, Україна в усіх найбільш вдалих розбиттях потрапляла до однієї групи разом з такими країнами, як Чехія, Мексика, Словаччина. Таким чином, можливо припустити прогнозування деяких показників для України на основі даних країн, з якими вона знаходиться в одній групі, і ці показники корелюють з іншими індикаторами, що використовувалися при кластеризації.

Література. **1.** Global Risks 2013. Eighth Edition // World Economic Forum, 2013 **2.** Рак С.В. та ін. Вплив забруднення навколишнього середовища на здоров'я населення донецької області // Вестник ИЭПИ НАН Украины, 2011 №2 **3.** Health Care Systems: Efficiency and Policy Settings // OECD Publishing, 2010. **4.** Москаленко В.Ф. Актуальність проблем охорони здоров'я у сучасному світі // «Східноєвропейський журнал громадського здоров'я» №3 (3), 2008 **5.** Charrad M. et al. "An examination of indices for determining the number of clusters: NbClust Package". R package version 1.3, URL http://cran.r-project.org/web/packages/NbClust/NbClust.pdf

Савельев О.О.
Институт информатики и искусственного интеллекта Донецкого национального технического университета, Донецк, Украина

Задачи прогнозирования связей в динамических социальных сетях

Рассмотрены задачи прогнозирования связей в динамических социальных сетях. Предложен подход к решению задачи прогнозирования временных связей, основанный на методах data mining.

Введение. В области исследования социальных сетей существует ряд проблем: поиск связей, профилирование, прогнозирование, идентификация структуры [1]. Малоизученными остаются аспекты динамики сетей, в частности: анализ и прогнозирование связей и изменений структуры сети. Поэтому в качестве задачи исследования была выбрана *задача прогнозирования связей*. В зарубежной литературе известна как "*link prediction problem*" (*LPP*).

Постановка задачи. Для моделирования социальных сетей применяется аппарат теории графов. В общем виде LPP ставится как прогнозирование появления новых ребер в графе [4]. Так как решение этой задачи позволяет получить прогноз только для новых связей, но не ответить на вопрос какие связи будут поддерживаться, а какие и вовсе исчезнут, то вводится *задача прогнозирования временных связей – time series link prediction problem* (*TSLPP*). Которая заключается в генерации будущего состояния для исходного динамического графа [3].

Социальная сеть представляется уже не статическим, а динамическим графом (ДГ)

$$DG = \{G_{t_1}, \ldots, G_{t_i}, \ldots, G_{t_n}\}, \tag{1}$$

где: n – количество разбиений времени существования ДГ на равные промежутки длиной $t_i - t_{i-1}$; $t_1, \ldots, t_i, \ldots, t_n$ – конечные значения промежутков времени $t_i - t_{i-1}$; $G_{t_1}, \ldots, G_{t_i}, \ldots, G_{t_n}$ – статические графы состояний сети в моменты времени $t_1, \ldots, t_i, \ldots, t_n$. Каждый статический граф определяется как

$$G_{t_i} = (V, E_{t_i}), \tag{2}$$

где: V – постоянное множество вершин v_i, общее для всех G_{t_i}, $V = \{v_1, \ldots, v_i, \ldots, v_{n^V}\}$; E_{t_i} – множество ребер. Каждое ребро e определяется как

$$e = \{v_i, v_j, w\}, \tag{3}$$

где: v_i, v_j – вершины, образующие ребро; w – вес, который определяется по интенсивности связи между v_i, v_j во время $t_i - t_{i-1}$.

Задача заключается в том, что требуется найти статический граф

$$G_{t_{n+1}} = \{V, E_{t_{n+1}}\}, \qquad \forall e \in E_{t_{n+1}}, e \in \bigcup_{i=1}^{n} E_{t_i}. \tag{4}$$

Т.е. задача TSLPP не решает LPP в частном случае и наоборот. Но объединяя обе задачи можно получить *задачу прогнозирования гибридных связей – hybrid link prediction problem* (*HLPP*), которая заключается в прогнозировании не только будущего состояния для исходного динамического графа, но и новых связей [3].

Обзор и анализ. Для решения LPP в работе [4] дан обзор методов, вычисляющих меры близости узлов (вероятности возникновения ребра). Для вычисления могут использоваться различные метрики: длина кратчайшего пути; анализ соседних вершин – методы Common neighbors, Jaccard's coefficient, Adamic/Adar, Preferential attachment; анализ путей – методы Katz, Hitting time, PageRank, SimRank; другие – методы Low-rank approximation, Unseen bigrams, кластеризация. В работе [2] предлагается комплексный метод, использующий коэффициенты Жаккара, Adamic/Adar, Katz, PageRank и их линейную комбинацию, настроенную с помощью алгоритма LENKOR. В работе [3] для TSLPP использовалась модель авторегрессионного интегрированного скользящего среднего (ARIMA), а для LPP применялись методы Common Neighbor, Preferential Attachment, Adamic/Adar, Katz, Generative Model, Spreading Activation. Оба полученных прогноза объединялись и усреднялись, что представляло решение HLPP.

Метод решения. Для решения TSLPP предложим следующий подход. Динамический граф подвергается анализу с целью извлечения знаний о характере поведения анализируемого объекта, в результате чего осуществляется заполнение базы знаний. Метод состоит из трех стадий: кластеризация состояний динамического графа, построение шаблонов для полученных кластеров и поиск паттернов следования шаблонов, генерация деревьев решений.

Кластеризация состояний позволит получить множество кластеров

$$K = \{K_1, \ldots, K_x, \ldots, K_{n^k}\}, \tag{5}$$

каждый из которых в свою очередь содержит множество близких состояний

$$K_x = \{G_1^{K_x}, \ldots, G_{n^{K_x}}^{K_x}\}, \tag{6}$$

В качестве критерия близости можно использовать евклидово расстояние на основе весов соответствующих ребер

$$d_E\left(G_x, G_y\right) = \sqrt{\sum_i \sum_j \left(w^{\{v_i,v_j\}\in E_x} - w^{\{v_i,v_j\}\in E_y}\right)^2}. \tag{7}$$

На следующей стадии осуществляется построение усредненных шаблонов для кластеров через определение их центров. Центр также является графом

$$GC^{K_x} = \left(V, E^{K_x}\right), \qquad E^{K_x} = \bigcup_{i=1}^{n^x} E_i^{K_x}, \tag{8}$$

но вес каждого ребра пересчитывается по формуле

$$w^{\{v_i,v_j\}\in E^{K_x}} = \frac{\sum_{k=1}^{n^{K_x}} w^{\{v_i,v_j\}\in E_k^{K_x}}}{\sum_{i=1}^{n^V}\sum_{j=1}^{n^V}\sum_{k=1}^{n^{K_x}} w^{\{v_i,v_j\}\in E_k^{K_x}}}. \tag{9}$$

Изначальные состояния в динамическом графе заменяются соответствующими шаблонами. Модифицированный динамический граф анализируется методами секвенциального анализа, результатами которых являются паттерны следования состояний объекта

$$S = \{S_1, S_2, \ldots, S_{n^S}\}, \tag{10}$$

$$S_x = \langle GC_1^x, \ldots, GC_{n^{S_x}}^x \rangle. \tag{11}$$

На последней стадии по полученным паттернам строятся деревья решений, с помощью которых получаются продукционные правила – правила динамики объекта, типа

$$GC^x \to GC^y. \tag{12}$$

Выводы. Полученные правила образуют продукционную модель знаний о характере поведения исследуемого объекта и могут быть использованы в процессе логического вывода для построения прогноза будущего состояния сети. Остается необходимой экспериментальная проверка предложенного подхода.

Литература. **1.** Савельев О. О. Постановка задачи исследования прогнозирования связей в трафиках телефонных сетей [Текст] / О. О. Савельев, А. И. Шевченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 6/3 (60). – С. 51-60. **2.** D'yakonov A. Two Recommendation Algorithms Based on Deformed Linear Combinations [Текст] / A. D'yakonov // Proceedings of the ECML PKDD 2011 Workshop on Discovery Challenge, September 5th, 2011, – Athens, Greece : Rudjer Boskovic Institute – 2011. – PP. 21-27. **3.** Huang Z. The Time Series Link Prediction Problem with Applications in Communication Surveillance [Текст] / Zan Huang, Dennis K.J. Lin // INFORMS Journal on Computing – 2009. – Volume 21, Issue 2. – PP. 286-303. **4.** Liben-Nowell D. The Link Prediction Problem for Social Networks [Текст] / D. Liben-Nowell, J. Kleinberg // Proceedings of the twelfth international conference on Information and knowledge management, November 03-08, 2003, New Orleans, LA, USA. – New York : ACM. – 2003. – PP. 556-559.

Савченко І.О.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Стратегія формування сценаріїв на основі груп конфігурацій в модифікованому методі морфологічного аналізу

Одним із потужних методів якісного аналізу, що використовуються в процесі передбачення, є модифікований метод морфологічного аналізу [1], за допомогою якого можна дослідити дуже велику кількість конфігурацій об'єкта (процесу, явища, стану системи). В результаті роботи методу розраховуються оцінки як альтернатив характеристичних параметрів, так і конфігурацій об'єкта в цілому. Однак оцінки окремих альтернатив іноді не є достатніми для уявлення поведінки усього об'єкта, в той час як конфігурацій об'єкта занадто багато, щоб працювати з ними. З іншого боку, в процесі передбачення, як правило будується декілька сценаріїв, і було б доцільно пов'язати результати методу морфологічного аналізу з цими сценаріями.

Для цього можна використовувати групи конфігурацій, тобто множини конфігурацій об'єкта. Тоді кожному визначеному в процесі передбачення сценарію буде відповідати група конфігурацій. Оцінкою групи конфігурацій буде сума оцінок окремих конфігурацій, отриманих в процедурі модифікованого морфологічного аналізу. Групи конфігурацій можна формувати різними методами:

Метод згортки альтернатив. Для кожного параметра еквівалентні відносно розглядуваного набору сценаріїв альтернативи згортаються в множини альтернатив $A_j^{(i)}$. Для деяких параметрів, значення яких не є важливим відносно обраних сценаріїв, всі альтернативи можуть бути згорнуті в одну. Групи конфігурацій формуються шляхом комбінування множин альтернатив.

Метод розбиття множини конфігурацій. Вся множина конфігурацій вважається однією групою, далі дослідник поступово розбиває множину конфігурацій, вводячи правила відокремлення груп. За декілька кроків формується необхідна кількість груп конфігурацій.

Метод визначення належності. Для кожної альтернативи кожного параметра визначаються номери груп конфігурацій, до яких вона увійде. При цьому для збереження цілісності необхідно, щоб кожна конфігурація містилась не більше, ніж в одній групі конфігурацій. Можна довести, що для того, щоб кожна конфігурація містилась не більше, ніж в одній групі конфігурацій, необхідно і достатньо, щоб для кожної пари груп конфігурацій існував хоча б один параметр, для якого множини альтернатив, що входять в ці групи, не перетинались. За умови використання цього методу можуть існувати конфігурації, що не входять до жодної групи конфігурацій. Якщо такі конфігурації існують, для них варто виділити окрему групу конфігурацій "Інші".

Для методів згортки альтернатив і розбиття множини конфігурацій можна використовувати величини подібності альтернатив відносно обраного набору сценаріїв. Така ситуація характерна, якщо для проблеми розглядаються сценарії з визначеним критерієм поділу, наприклад, "оптимістичний", "реалістичний", "песимістичний" сценарії, або більш і менш ризиковані сценарії. В останньому випадку в якості критерію подібності альтернатив можна використати міри ризику, описані в [2]. Наявність будь-якого критерію подібності альтернатив відносно набору сценаріїв дає змогу автоматизувати процес формування груп конфігурацій за рахунок згортки або розбиття найбільш подібних або найменш подібних, відповідно, альтернатив.

Література. **1.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. – Киев: Изд-во. Наукова думка – 2011. – 728 с. **2.** Панкратова Н.Д., Савченко І.О. Оцінювання багатофакторних ризиків в стратегії розв'язання задач технологічного передбачення // Доповіді Національної академії наук України. – 2010. – №8. – С. 36–42.

Савченко А.С., Холявкина Т.В.
Национальный авиационный университет, Киев, Украина

Анализ асимптотической устойчивости системы управления телекоммуникационной сетью

В современных телекоммуникационных сетях развитость механизма управления сетью определяет качество предоставляемых услуг. Сложность управления такими сетями заключается в отсутствии полной и достоверной информации о состоянии объекта. Рспределенность систем приводит к задержкам доставки служебной информации, которые носят случайный характер. В таких условиях особенно актуальным является вопрос устойчивости системы управления.

Считается [1, 2], что телекоммуникационные сети, как системы с запаздыванием, могут быть адекватно описаны дифференциально-разностными уравнениями с отклоняющимся аргументом:

$$y_{as_i}(n) \approx y_{as_i}(n-1) + b_i y_{as_i}(n-k) + u_i(n-m), n = 0, 1, 2.... \quad (1)$$

где $y_{as}(n)$ - функция состояния объекта; $u(n-m)$ - управляющий сигнал; k и m являются задержками сигналов состояния и управления соответственно. В общем случае $n \neq m$. Выполнив z-преобразование для уравнения (1), получим выражение для системной функции:

$$H(z) = \frac{z^{-m}}{1 - z^{-1} - b_i z^{-k}}. \quad (2)$$

Запаздывание в уравнениях (1) может оказывать существенное влияние на устойчивость решения, даже если исходная система без запаздывания устойчива. Система асимптотически устойчива, если выполняется условие $\lim_{n\to\infty} y(n) = 0$, т.е. система сходится, а корни ее характеристического уравнения (2), т.е. полюса системной функции, лежат внутри единичной окружности. Оценка асимптотической устойчивости системы управления проведена по переходной характеристике при различных значениях задержки сигнальной информации k и коэффициента обратной связи b_i. На рис. 1, 2 изображены графики переходных характеристик системы с задержкой информационного сигнала на 2 и 6 элементарных интервалов. Коэффициенты b_i изменялись в пределах от –0,12 до –0,9.

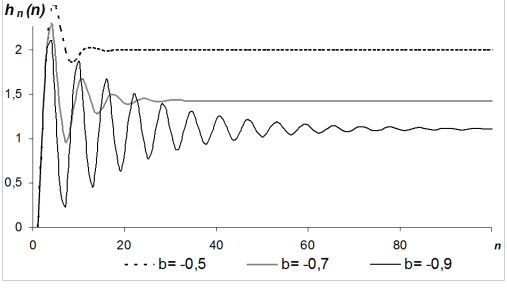


Рис. 1. Переходные характеристики системы с запаздыванием сигнала $k = 2$ и различными коэффициентами обратной связи

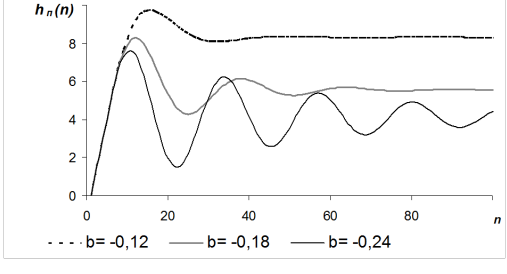


Рис. 2. Переходные характеристики системы с запаздыванием сигнала $k = 6$ и различными коэффициентами обратной связи

На рис. 3 представлены переходные характеристики системы управления с постоянным коэффициентом обратной связи $b = -0,1$ и запаздыванием информационного сигнала на 4, 12 и 20 элементарных периодов.

В ходе анализа устойчивости системы корневым методом, были рассчитаны значения коэффициента обратной связи b_i, при котором система остается на границе устойчивости, т.е. один из полюсов системной функции (2) лежит на единичной окружности ($z = 1$). При этом изменялись значения запаздывания информационного сигнала k. По результатам расчетов был построен график области устойчивости системы с запаздыванием сигнала при различных

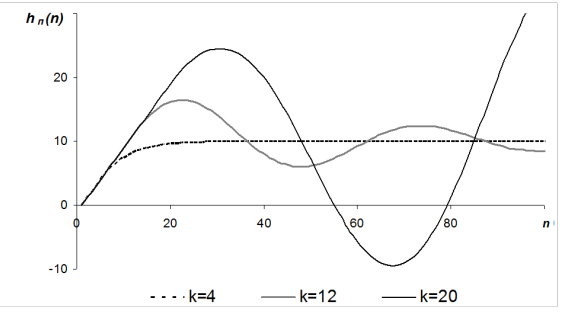


Рис. 3. Переходные характеристики системы с коэффициентом обратной связи $b = -0,1$ и различным запаздыванием сигнала

коэффициентах обратной связи, представленный на рис. 4.

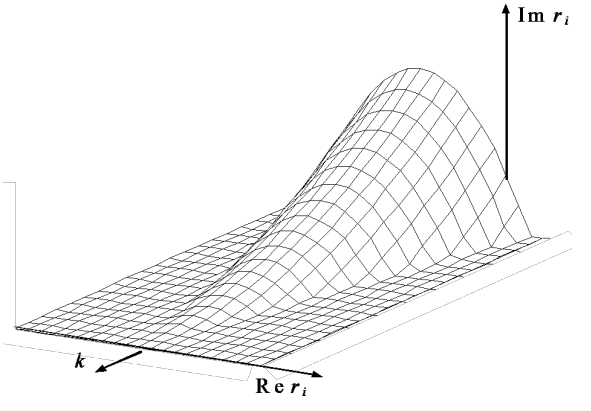


Рис. 4. Область устойчивости системы управления с запаздыванием сигнала

По результатам анализа представленных графиков можно сделать такие выводы об устойчивости системы управления с запаздыванием. При незначительной задержке информационного сигнала ($k = 2$) система остается устойчивой в широком диапазоне значений коэффициента обратной связи до значения $b_i \leqslant 0,8$ (рис. 1). При увеличении задержки сигнала устойчивость системы наблюдается только при малых значениях коэффициента обратной связи $b_i \leqslant 0,2$ (рис. 2). График на рис. 3 подтверждает обратно-пропорциональную зависимость между величиной задержки сигнала и значением коэффициента обратной связи. При положительных и отрицательных значениях коэффициента b_i имеют место схожие закономерности изменения переходных характеристик. Судя по графику на рис. 4, устойчивость системы управления, описываемой уравнением (1) при увеличении задержки информационного сигнала сохраняется только при снижении коэффициента обратной связи. Например, в случае задержки сигнала менее чем на 4 элементарных интервала система остается устойчивой в широком диапазоне значений b_i. Однако, для поддержания устойчивости системы при задержке сигнала более чем на 10 интервалов необходимо соблюдать условие $|b_i| \ll 0,2$, т.е. система становится слабо управляемой. Поэтому необходимо контролировать задержки доставки служебной информации и принимать меры для их уменьшения.

Литература. **1.** Савченко А.С. Концептуальная модель системы управления крупной корпоративной сетью / А.С. Савченко // Проблеми інформатизації та управління: зб. наук. праць. – К.: НАУ, 2011. – Вип. 2(34). – С. 120-128. **2.** Эльсгольц Л.Э. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом. 2-е изд./ Л.Э. Эльсгольц, С.Б. Норкин. – М.: Глав. ред. физ.-мат. л-ры изд-ва «Наука», 1971. – 296 с.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Савчук О.Б. *— рецензент Олефір О.С.*
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФІПМ, Київ, Україна

Порівняльний аналіз методів прогнозування очікуваної тривалості життя

Достовірна інформація про якісні та кількісні характеристики населення країни, зокрема знання причин смерті населення і скорочення очікуваної тривалості життя, — одна з необхідних умов для побудови політики та стратегії розвитку держави у всіх сферах.

Зменшення смертності має вплив на підвищення природного, як наслідок, загального приросту населення. Рівень смертності -– це одна із характеристик економічного і соціального здоров'я країни [1].

Рівень смертності населення найбільш адекватно відбивається в показнику очікуваної тривалості життя при народженні.

Підвищена цікавість до прогнозу смертності супроводжується розвитком нових методів прогнозування очікуваної тривалості життя. Зробимо порівняльний аналіз деяких з них (рис. 1):

- Метод лінійної регресії – є одним з найбільш широко застосовуваних методів статистичного прогнозування. Базується на аналізі взаємозв'язку двох змінних (метод парної кореляції) -– вплив варіації факторного показника X на результативний показник Y [2].
- Метод експоненційної регресії з двома параметрами — часто застосовується в прогнозуванні, адже багато демографічних залежностей не є лінійними за своєю суттю [2].
- Метод Лі-Картера – найбільш популярна методологія для прогнозування смертності у США та інших економічно-розвинених країнах [3].

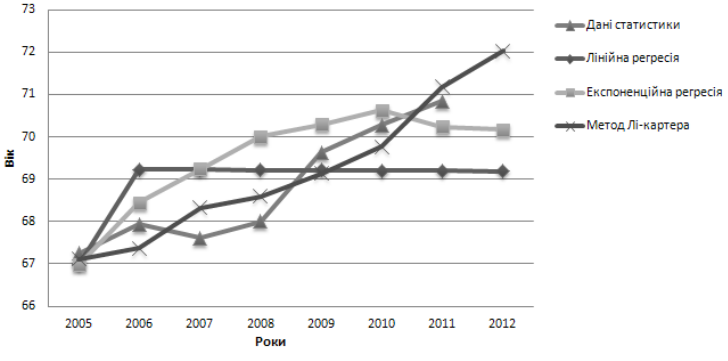


Рис. 1. Показник очікуваної тривалості життя за різними моделями

Як видно із рис. 1 при виборі різних функцій регресії, в прогнозі ми отримуємо різні результати на один і той самий рік. Застосовуючи обрані методи, маємо досить адекватний (похибка не перевищує 2%) прогноз тривалості життя при народженні і у більшості з них з віддаленням від часу відліку прогнозу збільшується його похибка. Прогноз залежить від вибору проміжку часу на основі якого він робиться. На основі даного порівняльного аналізу з реальними даними [4] і, враховуючи відносну похибку результатів, можна зробити висновок, що найбільш точний прогноз отримуємо, застосовуючи метод Лі-Картера.

Література. **1.** Елисеева И. И., Васильева Э. К. Демография и статистика населения – М.: Финансы и статистика, 2006. – С.189-273.; **2.** Бестужев-Лада И.В. Рабочая книга по прогнозированию. М.: Мысль, 1982. – С.6-28; **3.** Hyndman, Rob Jr & Tickle, Leonie (2006). Demographic research: Article 9. Rostock, GERMANY. – P.289 – 310; **4.** Населення України. 2012. Демографічний щорічник. – К.: Держкомстат України, 2006. – 400с.

Сватко В.В.
Національний транспортний університет, Київ, Україна

Використання моделі ефективного транспортного засобу для визначення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля

Питання оптимізації транспортного процесу має велике значення в сучасних ринкових умовах. Однією з актуальних проблем є перевантаження транспортної мережі міста, особливо у центральній частині, транспортними потоками.

Останнім часом ведеться значна кількість досліджень, спрямованих на виявлення впливу різних типів транспортних засобів на завантаженість транспортної мережі, пропускної здатності регульованих перехресть та ступеню використання пропускної здатності дороги.

У цьому контексті, у більшості літературних джерел [1,2] відмічається, що відхилення при розрахунку пропускної здатності та завантаженості транспортної мережі зумовлені неточністю значень коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля. Тому виникає необхідність в розробці методики уточнення існуючих коефіцієнтів приведення, враховуючи реальні дані.

Оскільки в основі значення коефіцієнтів приведення покладено співвідношення динамічних габаритів, то важливо при розрахунку використовувати актуальні дані техніко-експлуатаційних характеристик транспортних засобів, особливо таких як габарити автомобіля.

У роботі запропоновано концепцію ефективного автомобіля та розроблено, на основі методу аналізу ієрархій Сааті [3,4], методику визначення його техніко-експлуатаційних показників. В рамках цієї концепції ефективний автомобіль розглядається як модельний транспортний засіб, що є однією з характеристик транспортного потоку на певній досліджуваній ділянці транспортної мережі. Техніко-експлуатаційні параметри ефективного автомобіля мають такі значення, які, з одного боку, характеризують стан транспортного потоку в цілому на певній ділянці транспортної мережі, а з іншого, наближені до відповідних параметрів транспортних засобів, що рухаються на даній ділянці.

Для визначення ефективного транспортного засобу було проведено моніторинг ділянки транспортної мережі міста Києва. Результати спостереження наведені у [5]. Всі транспортні засоби було поділено на наступні групи: легкові автомобілі, позашляховики, мікроавтобуси, автобуси (малі та середні, великі, зчеплені), вантажні автомобілі (легкі та середні, важкі). Для кожної групи було знайдено ефективний транспортний засіб з реальними техніко-експлуатаційними характеристиками. Використовуючи отримані дані, а також відсотковий вміст кожної групи автомобілів у загальному об'ємі транспортного потоку, було визначено показники модельного ефективного транспортного засобу, який характеризує динаміку транспортного потоку в цілому на певній ділянці транспортної мережі.

Використовуючи дані про знайдені показники ефективного автомобіля для кожної групи транспортних засобів, було знайдено коефіцієнти приведення до легкового автомобіля як співвідношення динамічних габаритів вказаних транспортних засобів.

Запропонована в даній роботі методика визначення коефіцієнтів приведення, що базується на концепції використання ефективного автомобіля дає більш коректні результати для опису динаміки транспортних потоків. В рамках цієї методики уявляється отримання таких значень параметрів транспортних потоків (інтенсивності руху, пропускної здатності, завантаженості проїзної частини), які більш адекватно описують реальний стан транспортної мережі.

Література. **1.** Хомяк Я.В. Организация дорожного движения: Учебник для вузов. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986, - 271 с. **2.** Пугачев И.Н. Организация и безопасность движения: Учеб. пособие /И. Н. Пугачёв. – Хабаровск: Изд–во Хабар. гос. техн. ун–та, 2004. –232 с. **3.** Саати Т. Принятие решений. Метод анализаиерархий. / Т.Саати //– М.: Радио и связь, 1989. **4.** Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. / Т.Саати, К.Кернс// – М.: Радио и связь, 1991. **5.** Данчук В.Д., Бакуліч О.О., Сватко В.В. Визначення ефективного автомобіля як характеристики транспортного потоку за допомогою методу аналізу ієрархій / В.Д.Данчук, О.О.Бакуліч, В.В.Сватко // Вісник НТУ.-К.:НТУ – 2013. – Вип.25.

Севастьянов А.К.

Институт кибернетики НАН Украины, Киев, Украина; Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Междисциплинарные системно-методологические аспекты непрерывного улучшения качества жизни и устойчивого развития

Аспект (от лат. aspectus – вид, облик, взгляд, точка зрения) – одна из сторон рассматриваемого объекта, точка зрения, то, как он видится с определённой позиции.

Проблема улучшения качества жизни и устойчивого развития становится приоритетной для Украины. «Благо народа – высший закон» – (Цицерон Марк Туллий, 106–43 гг. до н.э.), Понятие **качества жизни** рассматривается в работах [1, 2], а **непрерывное улучшение** в работах [3–6], Глобализация экономики и мировой кризис требуют определения стратегических приоритетов и осмысления ведения бизнеса. Важным становится мудрость, осмысление целей, формирование стратегии, мотивация персонала, доверие в бизнесе, коммуникабельность, компетентность, методология. Системная методология становится сегодня главным инструментом достижения целей организации в бизнесе и улучшения качества жизни общества. Особую роль приобретает юридическая ответственность высшего руководства за качество продукции и/или оказываемых услуг. «**Устойчивое развитие** представляет собой не неизменное состояние гармонии, а скорее процесс изменений, в котором масштабы эксплуатации ресурсов, направление капиталовложений, ориентация технического развития и институциональных изменений согласовываются с нынешними и будущими потребностями». Но наиболее часто используемое определение относится ко времени становления понятий устойчивости, устойчивого развития (М.З,Згуровский, Г.А.Статюха).

Введение. Рассматриваются междисциплинарные системно-методологические аспекты непрерывного улучшения качества жизни и устойчивого развития. Выделены такие аспекты: мотивация, стандартизация, менеджмент. Рассматриваемые аспекты охватывают практически все виды деятельности.

Аспект 1. Мотивация. [7]. Феномен мотивации тесно соприкасается с филосовским вопросом сущности человека, хотя его изучение имеет не только мировоззренческое, но и методологическое значение (С.Г.Москвичев).

Аспект 2. Стандартизация. [8–10] – установление и применение правил с целью систематизации деятельности в определённой области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности, для достижения всеобщей оптимальной экономии при соблюдении функциональных условий и требований техники безопасности. Здесь уместно дать ещё два определения: **Аккредитация** (лат. accredo, «доверять») – в общем случае это процесс, в результате которого приобретается официальное подтверждение соответствия качества предоставляемых услуг некоему стандарту; **Сертификкация** (лат. sertifico – удостоверяю)– подтверждение соответствия качественных характеристик товара стандартам качества.

Аспект 3. Менеджмент [11–13] – совокупность принципов, методов, средств и форм управления, направленных на увеличение дохода; **Менеджмент** – управление производством: совокупность принципов, методов, средств и форм управления производством, разработанных и применяемых с целью повышения эффективности производства и увеличения прибыли; **Менеджмент** – скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией (**ISO 9000**, Третье издание, 2005-09-15).

Выводы. Выделенные междисциплинарные системно-методологические аспекты составляют основу системы целостного непрерывного улучшения качества жизни и устойчивого развития.

Литература. **1.** Kostka C. Lebensqualität: Bausteine und Methoden. – Carl Hanser Verlag GmbH & CO. KG (2. – 2004. – 128 s. **2.** Анцева И.И. Качество жизни как социально-экономическая

категория и ее структурные составляющие // VII Всероссийская научная конференция студентов и аспирантов «Техническая кибернетика, радиоэлектроника и системы управления». Тезисы докладов. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – С.490. **3.** Севастьянов А. К. Системы менеджмента – средство улучшения качества жизни. – IV Всеукраїнська науково-практична конференція «Плебсологічний вимір актуальних проблем у сфері органів місцевого самоврядування в Україні як європейській державі» – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2011. – С.38–41. **4.** Imai M. Kaizen. Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb. – 7.Aufl. – Berlin, Frankfurt am Mein: Ullstein, 1993. – 311 s. **5.** Kostka C., Kostka S. Der Kontinuerliche Verbesserungsprozeß und seine Methoden. – Pocket Power, Carl Hanser Verlag München, 1999. – 125 s. **6.** Севастьянов А. К. Постоянное улучшение качества на пути к доверию и безопасности // Бизнес и безопасность. – Киев, Издательство «ШАНС» ООО, №4, 2002. – С.12–17. **7.** Севастьянов А. К. Мотивация в системах менеджмента: высказывания успешных людей. – Київ: Освіта України. – 2011. – 212 с. **8.** Севастьянов А. К., Севастьянова М. Е. Стандартизация систем менеджмента как стратегический инструмент обеспечения экономической безопасности. – Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія та практика управління економічним розвитком», Том 1. – 22–24 листопада 2012 року. – Київ: Всеукраїнська спілка вчених-економістів. – С.107–108. **9.** Севастьянов А. К. Международные стандарты систем менеджмента для решения проблем безопасности и устойчивого развития (International standards for management systems for solving the security and sustainable development) // Стандартизація, сертифікація, якість. – Харків. – 2012. – №4. – С.41–49. **10.** Севастьянов А. К., Севастьянова М. Е. Техническое регулирование на пути к устойчивому развитию. – Стратегія забезпечення сталого розвитку правової системи України: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, Україна, 21–22 грудня 2010 р.) – Одеса: ГО «Причорноморська фундація права». 2010. – Частина І. – С.25–27. **11.** Севастьянов А. К. Менеджмент качеством в инновационной деятельности. – В кн.: «Избранные вопросы современного инновационного менеджмента для малых и средних предприятий» / Под ред. канд. техн. наук. Р. Мюллера, канд. техн. наук В. Соловьева. – Киев, Украина; Дрезден, ФРГ, «ДЕМІУР». – 2000. – С.122–150. **12.** Севастьянов А. К. Менеджмент качеством – инструмент доверия на пути к международной интеграции. – Восьмая Всероссийская научно-практическая конференция «Управление качеством» – Москва: «МАТИ» – Российский государственный технологический университет имени К.Э.Циолковского. – 2009. – С.373–376. **13.** Sevastyanov A. Qualitätsmanagementsysteme in der Bildung: Unterstützung bei Projektierung und Zertifizierung. – Technische Universität Dresden, Fakultät Erziehungswissenschaften, Institut für Berufspädagogik: Internationaler Workshop vom 18. – 25.02.2007 an der TU Dresden, Vorträge. – 2007. – S.20–29.

Селін Ю.М.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Розробка інформаційно-аналітичної системи супроводу процесу нормотворення електронного парламенту з використанням методології передбачення

Необхідність створення сучасної системи інформаційно-аналітичного забезпечення державного управління, у тому числі законотворчої та правозастосовної діяльності, зумовлена потребою формування відповідного наукового напрямку - правова інформатика. Вирішення проблем розбудови організаційних основ держави викликало потребу формування відповідної нормативно-правової бази. Це, у свою чергу, зумовило потребу піднесення якісного рівня та скорочення технологічного циклу правотворчого процесу (аналізу, експертизи, обґрунтування) з наступним розглядом у відповідних органах державної влади проектів нормативних актів. Нагальною потребою стало своєчасне інформування структур державної влади, суспільства і громадян про чинні закони та підзаконні акти, а також їхнього тлумачення.

У сучасному комп'ютеризованому світі парламенти мають використовувати інформаційно-комп'ютерні технології (ІКТ) для забезпечення більшої презентабельності, прозорості, доступності, звітності та ефективності своїх функцій. Застосовуючи нові технології парламенти мають звертати увагу на проблеми, котрі виникають при глобальних спробах створити рівноправне, демократично спрямоване цілісне інформаційне суспільство. Реалізація проблеми полягає в розробці та проектуванні системи аналітичного супроводження і прийняття рішень, що забезпечить інтелектуальну підтримку процесів, пов'язаних з розробкою рішень, що розробляються парламентом. Це фактично система, що дозволяє реалізовувати кроки аналітичного процесу.

Для розв'язку цієї проблеми пропонується використовувати розроблену стратегію моделювання альтернатив сценаріїв процесу технологічного передбачення, що дозволяє супроводжувати й при необхідності вносити коректування в процес ухвалення рішення [1]. Супроводження процесу передбачення відбувається не тільки із застосуванням моделювання динаміки наповнення сценарію, а й з урахуванням плину часу та швидкості змін відповідно до кожної ідентифікованої предметної області.

Відносно України, необхідність створення аналітичного обґрунтування прямо міститься в законодавстві України (Статті 91 та 93 Регламенту Верховної ради України) [3]. У зв'язку з цим, важливою науковою та прикладною проблемою постає розробка методологій і підходів створення інформаційно-аналітичної системи (ІАС), в цілому, та системи аналітичного супроводження і прийняття рішень ІАС "Електронний парламент України" на основі прогресивних інформаційно-комунікаційних технологій як складних соціотехнічних систем аналітичної обробки інформації. Основою системи інформаційно-аналітичного супроводження процесу нормотворення "Електронного парламенту України" мають бути методології передбачення та сценарного аналізу. що об'єднані принципом системності. Процес прийняття рішень треба проводити у відповідності до цілей, сформульованих користувачами системи та наявною інформацією, що поступає з різних джерел даних. При цьому враховуються множина комплексу існуючих обмежень законодавчого, політичного, соціального, технічного та економічного характеру. При реалізації запропонованих розробок щодо технологічного передбачення Україна може бути в лідерах серед країн світу з розробки відповідної інформаційно-аналітичної служби супроводу роботи парламенту.

Література. **1.** Баклан І.В., Седін Ю.М. Електронний парламент: методологія прийняття рішень в процесі нормотворення // Юридична наука. — 2013. — № 14. — с.13-20. **2.** Савастьянов В. В. Технологическое предвидение информационно-компьютерных технологий связи // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2005. — № 4. **3.** Про Регламент Верховної Ради України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), – 2006, – N 23, N 24-25.

Снитюк В.Є., Завгородній К.Р.
Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Проблема оптимізації пасажироперевезень в місті

Вступ. Транспорт є невід'ємною складовою інфраструктури сучасного міста. Він виконує соціальні економічні, адміністративні, господарські функції, тощо. Система міського пасажирського транспорту забезпечує з'єднання різних частин міста транспортними потоками, визначає необхідні умови для ефективного функціонування економіки та життєдіяльності суспільства, є одним із стимулів економічного зростання та виступає індикатором розвитку міста.

Постановка проблеми. На сьогодні елементи системи міського пасажирського транспорту міст функціонують не узгоджено як між собою та іншими об'єктами міського господарства, так і стосовно споживача – населення міста. Електричний транспорт поступово витісняється з вулиць міста автомобільним. Тролейбусним транспортом користуються переважно пільгові категорії населення, значна частина пасажирів віддає перевагу маршрутним таксі через скорочення часу на проїзд.

Стан дорожньо-транспортних магістралей не відповідає сучасним вимогам, що знижує безпеку руху транспорту і погіршує естетичний вигляд міста. Виникають затори на вулицях міста, зростає транспортна аварійність та знижується якість життя населення в цілому. Наявне співвідношення різних видів транспортних засобів та зростання інтенсивності руху негативно впливає на навколишнє природне середовище: викиди автомобільного транспорту в атмосферу щорічно зростають, що спричиняє загострення екологічних проблем. Підвищення якості транспортного сполучення та загальне удосконалення пасажирських перевезень у містах є актуальною задачею. Для вирішення поставленої задачі пропонується розробка моделі оптимізації пасажирських перевезень міським транспортом з використанням еволюційних алгоритмів.

Підвищення ефективності пасажирських перевезень пов'язане із урахуванням трьох зацікавлених сторін: міської влади (G), автоперевізників (T) та населення (P). Критерій ефективності тоді є функцією.

$$E = E(F_1(G), F_2(T), F_3(P)) \to \max \tag{1}$$

де F_i – цільові функції суб'єктів пасажироперевезень, $i = [1, 3]$. Загальний та часкові критерії ефективності можуть мати адитивну, мультиплікативну та інші складніші форми. Для критерію E як результат попереднього аналізу прийнятною є адитивна – зведена форма, тобто

$$E = a_1 F_1(G) + a_2 F_2(T) + a_3 F_3(P) \tag{2}$$

де $\sum_{i=1}^{3} a_i = 1$. Визначення вагових коефіцієнтів належить до сфери експертних висновків, якщо таку експертизу провести не можливо, то можемо покласти $a_i = \frac{1}{3}$, $i = [1, 3]$, а далі здійснити адаптацію вагових коефіцієнтів до реального їх впливу на значення цільової функції. Значення часткових цільових функцій повинні бути безрозмірними величинами. Їх структурна ідентифікація є самостійною науковою задачею із застосуванням апарату теорії нечітких множин. Певні елементи та аспекти формування часткових цільових функцій представлені в доповіді. Оскільки такі цільові функції є складними поліекстремальними залежностями, то для пошуку їх оптимальних (прийнятних) значень необхідно використати еволюційні методи.

Вихідними даними для побудови моделі є: інформація про кількість рухомого складу та його характеристики, інтервали руху автобусів, існуюча транспортна мережа міста та виділені маршрути руху автобусів та тролейбусів, відомості про міри пасажиропотоків, дані про завантаженість основних магістралей міста.

Висновки. В статті проаналізовані основні проблеми системи пасажирських перевезень міста. Пропонується розробка моделі оптимізації руху на маршрутах міського транспорту шляхом використання еволюційних алгоритмів, яка б дозволила визначати оптимальні параметри маршрутів з урахуванням поведінки учасників перевезень.

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Снігірьова Т.А. *— рецензент Заводник В.В.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Дослідження тіньової складової економіки та її впливів модифікованим монетарним методом

На своїй тридцять третій сесії в 2003 році Статистична комісія ООН прийняла рішення про те, що Система національних рахунків (СНР) 1993 має бути оновлена з метою приведення концептуальної основи СНР у відповідність до потреб споживачів даних. Це рішення пов'язане з тим, що економіка в багатьох країнах зазнала суттєвих змін у порівнянні з початком 1990-х років, коли була розроблена СНР 1993, а крім того, результати досліджень в галузі методології протягом минулого десятиліття дозволили поліпшити методи вимірювання деяких найбільш складних компонентів рахунків, зокрема тіньової економіки. СНР 2008 - п'ята версія СНР, перша з яких була опублікована більше п'ятдесяти років тому, розроблена і опублікована під егідою Організації Об'єднаних Націй, Європейської комісії, Організації економічного співробітництва і розвитку, Міжнародного валютного фонду та Групи Світового банку [1].

В СНР 2008 більш розгорнуто порівняно з СНР 1993 розглядаються питання вимірювання діяльності, здійснюваної в домашніх господарствах на неформальній основі (так званому неформальному секторі), та діяльності, яка не охоплюється традиційним статистичним спостереженням (так звана неспостерігаєма економіка).

Відповідно до оновлених міжнародних стандартів до сфери тіньової економіки входять незаконні дії. Незаконні дії, які відповідають характеристикам операцій (зокрема, тієї характеристиці, яка передбачає взаємну згоду між сторонами), відображаються таким же чином, як законні дії. Виробництво або споживання деяких товарів або послуг, таких як наркотики, можуть бути незаконними, але ринковими операціями з такими товарами і послугами, які повинні бути зареєстровані в рахунках.

Враховуючи вищезгадане, а також критику багатьох відомих методів прогнозування та врахування обсягів тіньової економіки [2, с.40-48], автором запропоновано модифікований монетарний метод оцінки тіньового сектора економіки, який ґрунтується в порівнянні з класичним монетарним методом [3] на коригуванні коефіцієнта тінізації економіки базового періоду з урахуванням змін індикаторів або детермінант тіньової економіки в розрахунковому і базовому періодах. Для практичних розрахунків рекомендовані такі формули:

$$\text{ВВП}_T^t = \text{ВВП}_T^{t_0} \frac{\text{ВВП}_p^t K_T^t}{\text{ВВП}_p^{t_0} K_T^{t_0}}, K_T^t = K_T^{t_0} \frac{\text{Д}^t}{\text{Д}^{t_0}} = K_T^{t_0} \frac{J^t}{J^{t_0}} \quad (1)$$

де $K_T^{t_0}, K_T^t$ - коефіцієнти тінізації економіки, відповідно, в базовому і розрахунковому роках;

$\text{ВВП}_T^{t_0}, \text{ВВП}_T^t$ - валовий внутрішній продукт, що створюється в тіньовому секторі економіки, відповідно, в базовому і розрахунковому роках;

$\text{ВВП}_p^{t_0}, \text{ВВП}_p^t$ - реальний валовий внутрішній продукт, відповідно, в базовому і розрахунковому роках;

$\text{Д}^t(J^t), \text{Д}^{t_0}(J^{t_0})$ - детермінанти (індикатори) тіньової економіки в розрахунковому і базовому роках.

Враховуючи, що ВВП_p^t можна подати як суму валового внутрішнього продукту, який виробляється в тіньовому секторі (ВВП_T) і офіційному ($\text{ВВП}_{\text{оф}}$), для розрахунку абсолютного значення розміру тіньового сектора економіки може використовуватися така формула:

$$\text{ВВП}_T^t = \frac{\text{ВВП}_T^{t_0} \text{ВВП}_{\text{оф}}^t K_T^t}{K_T^{t_0}(\text{ВВП}_T^{t_0} + \text{ВВП}_{\text{оф}}^{t_0}) - K_T^t \text{ВВП}_T^{t_0}} \quad (2)$$

Використовуючи відомі значення індикаторів тіньової економіки був знайдений коефіцієнт тінізації України за 2007 - 2010 роки, що склав, відповідно, 33,4%, 35,3%, 34,8%, 35%. Для порівняння цей показник для Німеччини за той же період дорівнює, відповідно, 14,2%, 14,7%, 14,6%, 13,9%, 13,7%.

Вплив коефіцієнта тінізації на складові економіки проілюстрований на рис. 1.

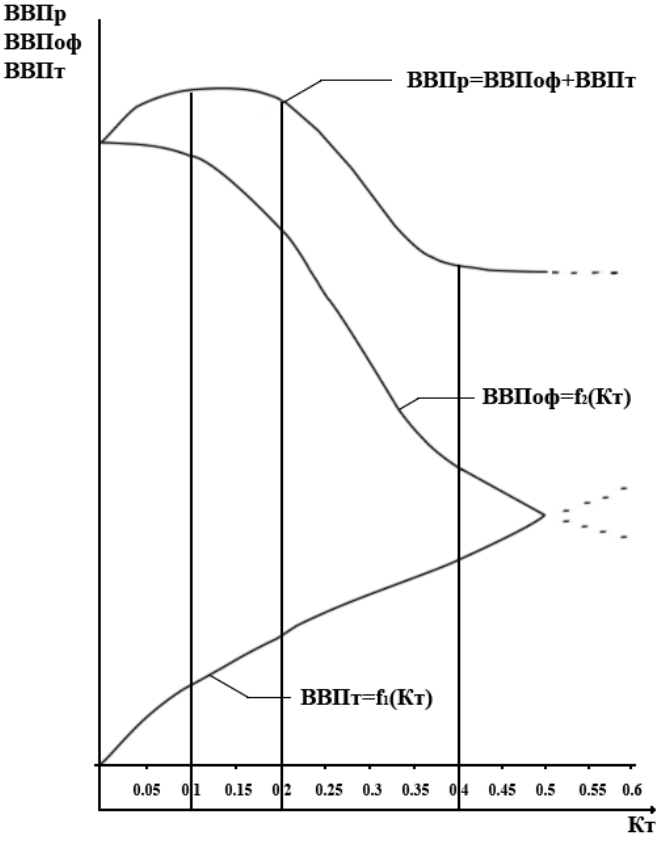


Рис. 1. Залежність реального валового внутрішнього продукту ($ВВП_p$) і його офіційної ($ВВП_{оф}$) та тіньової ($ВВП_T$) складових від рівня тінізації економіки (K_T)

Згідно виявленої залежності автором були зроблені наступні висновки:

- при коефіцієнті тінізації в межах від 10% до 20% реальний валовий внутрішній продукт країни досягає свого максимуму за рахунок неальтернативних і неспівставних видів тіньової економічної діяльності;
- при зростанні коефіцієнта тінізації від 20% до 40% з'являється тенденція до зменшення реального валовий внутрішній продукт через неможливість повного переливання ресурсів офіційної економіки в тіньову (при цьому відбувається активна тінізація економіки);
- при перевищенні коефіцієнтом тінізації значення 40% реальний валовий внутрішній продукт досягає своєї горизонтальної асимптоти, починається уповільнення зростання тіньового сектора, що пояснюється обмеженими можливостями відпливу в тіньовий сектор ресурсного потенціалу із офіційного сектора економіки. При цьому різко активізується стабілізуюча функція тіньового сектора відносно до офіційної економіки.

Література. **1.** Система національних рахунків 2008. -Нью-Йорк. - 2009. – (http://www.cisstat.com/rus/SNA2008Russian.pdf). **2.** Краус, Н.М. Тіньовий та офіційний сектори економіки: антагоністичне співіснування і взаємодія [Текст]: монографія / Н. М. Краус. – Полтава: РВВ ПУСКУ, 2008. – 175 с. **3.** Бордюк В. Оцінка стану тіньової економіки України та методи розрахунків її обсягів [Текст]/ В. Бордюк, Т. Приходько, О. Турчинов. - К.: Інститут Росії НАН України, 1997. – Вип. 3. - 234 с.

Соловйов В.М., Чабаненко Д.М.
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси, Украина

Методи кількісної оцінки складності

В епоху глобалізації умови життя людини стають все більш складними і складно передбачуваними. Хаос, порядок і самоорганізація, як в природі, так і в суспільстві, виникають відповідно до законів складних динамічних систем. Складні динамічні системи вже успішно досліджуються в технічних і фундаментальних науках, починаючи з атомарних і молекулярних систем у фізиці і хімії і аж до клітинних організмів та екологічних систем у біології, нейронних мереж, що вивчаються теоріями мозку і комп'ютерних мереж Інтернету. В даний час обговорюються також застосування теорії складних систем в економічних і суспільних науках. У даній роботі пропонується огляд та класифікація кількісних мір складності та аналіз експериментальних результатів дослідження складності під час кризових явищ на фінансових ринках.

Слід зазначити, що проблемам складності (complexity) в останні півстоліття приділяється належна увага. Відомі фундаментальні роботи у цьому напрямку з боку визначних фізиків, лауреатів Нобелівських премій (Іллі Пригожина, Мюррея Гелл-Манна, Філіпа Андерсона), математиків, таких як А. Колмогоров, Г. Чейтін, М. Лі та ін. [1–6]. З легкої руки геніального американського астрофізика Стівена Хокінга двадцять перше століття назване століттям складності. При цьому єдиного визначення складності системи не існує. Авторитетне видавництво "Шпрінгер" у 2009 році, анонсуючи випуск нової серії монографій "Шпрінгер: Складність. Розуміння складних систем" визначило складність так: "Складні системи - це системи, які складаються із множини взаємодіючих агентів, що володіють здатністю породжувати нові якості на рівні макроскопічної колективної поведінки, проявом якої є спонтанне формування помітних темпоральних, просторових або функціональних структур" [7]. У свою чергу в моделюванні таких систем можна виділити наступні головні концепції та інструменти: самоорганізація, нелінійна динаміка, синергетика, теорія турбулентності, динамічні системи, катастрофи, нестабільності, стохастичні процеси, хаос, графи і мережі, клітинні автомати, адаптивні системи, генетичні алгоритми і комп'ютерний інтелект.

Сьогодні ми є свідками однієї з найзначніших трансформацій економічної науки за всю її історію. Поки що важко оцінити наслідки зміни економічної парадигми, оскільки сьогодні, на думку багатьох авторитетних економістів як теоретиків, так і практиків [8–13], економіка знаходиться в своєрідній "точці біфуркації", з якої вона вийде якісно іншою. Як відзначає Ерік Бейнхокер, ми є свідками переходу "від традиційної економіки до економіки складності (complexity economy)" [13]. Багато в чому це обумовлено досягненнями в різних галузях фундаментальних і прикладних наук, отриманих за останні три десятиліття, які спростували один з постулатів класичної економіки щодо раціональності поведінки економічних агентів.

Таку думку підтримує А. Гальчинський [10]. Він вважає, що настав час "... методологічного оновлення економічної теорії - на творчому освоєнні напрацьованих прикладними науками (насамперед, фізикою і математикою) концептуальних постулатів функціонування та розвитку складних систем" [11]. За А.Гальчинським, саме методологія складних систем і є саме тією основою, яка дозволяє нам предметніше осмислити проблему міждисциплінарних зв'язків економічної теорії з іншими суспільними та природничими науками, зокрема проблему наукового синтезу, яка набуває значення у сучасному науковому процесі.

Існують різні підходи до визначення специфіки складного. Усіх їх поєднують акценти на складностях структурної побудови, взаємозалежності та взаємодії різноякісних складових частин, які функціонують у межах системи. "Складність, - пишуть М. Згуровський і Н. Панкратова, - це спільна властивість єдиної множини різноманітних об'єктів, які структурно взаємозв'язані, функціонально взаємозалежні та взаємодіють між собою..." [12].

Оскільки процеси моделювання, застосування кількісних методів в економіці передбачають процедури вимірювання, важливе значення приділяється мірам складності. І. Пригожин зазначає, що поняття простоти і складності релятивізуються в плюралізмі мов опису [4], що

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

зумовлює і множинність підходів до кількісного опису феномену складності. Тому будемо далі за Пригожиним досліджувати прояви складності системи, застосовуючи при цьому сучасні методи кількісного аналізу.

Пропонується класифікація кількісних мір складності на наступні класи: інформаційні, хаос-динамічні та мультифрактальні.

Нами створено і адаптовано для моделювання фондових індексів потужний і різнобічний спектр мір складності. Так, серед інформаційних мір використовуються моно- і мультимасштабні міри (складність Лемпеля-Зіва, ентропії Шеннона, Реньї). Розуміючи об'єктивні обмеження останніх, так званий хаос-динамічний блок є значно об'ємнішим і потужним. До нього входять моно- і мультимасштабні ентропії подібності і шаблонів, ентропія Тсалліса, вейвлет-ентропія, ентропія перестановок, ентропія Колмогорова-Сіная, показники Ляпунова, включаючи масштабно-залежну версію. До фрактальних мір належать: фрактальна розмірність, декілька модифікацій розрахунку коефіцієнта Херста, спектр сингулярності (мультифрактальності), рекурентні міри складності, які одержуються в результаті побудови та кількісного аналізу рекурентних діаграм, міра незворотності часового ряду [14]. У випадку аналізу мережної структури такими мірами є, наприклад, коефіцієнти кластеризації, транзитивності, ступінь вершини та ін. [14, 15].

У даній роботі представлені результати експериментальної роботи дослідження динаміки дослідження динаміки запропонованих мір складності під час кризових явищ на світових фінансових ринках. Проаналізовано найвідоміші кризи 1929, 1987, 2000 років а також сучасну світову кризу, яка почалась у 2008 році.

Література. **1.** Anderson P.W. More Is Different / P.W.Anderson // Science. - 1972. - V.177, No 4017.- P.393-396. **2.** Gell-Mann M. What Is Complexity? / M.Gell-Mann // Complexity. - 1995. -V.1, No 1.- P.16-18. **3.** Пригожин И. Кость еще не брошена [Електронний ресурс] Сайт С. П. Курдюмова "Синергетика" Режим доступу: http://spkurdyumov.narod.ru/pprigoj.htm **4.** Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение. / Г. Николис - М.: ЛКИ, 2008.- 354 с. **5.** Пригожин И. Конец определенности. Время, хаос и новые законы природы. / И. Пригожин. – Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2000.- 208 с. **6.** Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках / И. Пригожин. – Перевод с английского. Серия "Синергетика: от прошлого к будущему". Изд. 3 URSS-2006. - 296 с. **7.** Аршинов В.И. Синергетика конвергирует со сложностью / В. Аршинов // Вопросы философии, 2011, №4.-С.73-83. **8.** Miguel M.S., Johnson J.H., Kertesz J. et. al. Challenges in Complex Systems Science [Електронний ресурс] – Режим доступу: arXiv:1204.4928v1 [nlin.AO] 22 Apr 2012. **9.** Newman M.E.J. Complex Systems: A Survey. [Електронний ресурс] – Режим доступу: arXiv:1112.1440v1 [cond-mat.stat-mech] 6 Dec 2011. **10.** Гальчинський А. Глобальні трансформації. Концептуальні альтернативи. Методологічні аспекти / Анатолій Гальчинський – К.: Либідь, 2006. - 312 с. **11.** Гальчинський А. Методологія складних систем / А. Гальчинський // Економіка України - 2007. - №8. –С.4-18. **12.** Згуровский М.З. Системный анализ. Проблемы, методология, приложения / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова. – Киев: Наукова думка, 2005. – 744 с. **13.** Beinhocker E.D. The Origin of Wealth. Evolution, complexity, and the radical remaking of economics // Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts.- 2006. - 527 p. **14.** Дербенцев В.Д., Сердюк О.А., Соловйов В.М., Шарапов О.Д. Синергетичні та економфізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем – Черкаси: Брама-Україна, 2010. – 300 с. **15.** Соловйов В.М. Кількісні методи оцінки складності в прогнозуванні соціально-економічних систем / В.М.Соловйов, К.В.Соловйова // В колект. монографії: "Прогнозування соціально-економічних процесів: сучасні підходи та перспективи". Бердянськ. - 2012.- с.141-155.

Стефанишин Д.В.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна

Імовірнісний аналіз надійності і безпеки гідротехнічних споруд (системний підхід)

Гідротехнічні споруди є найбільш розповсюдженими об'єктами серед відповідальних інженерних споруд, широко застосовуються в різних галузях народного господарства та сферах життєдіяльності людини, зокрема в гідроенергетиці. Це один з найдревніших видів інженерних об'єктів, що визначали цивілізаційний розвиток. Перші згадки про будівництво гідроспоруд з метою водопостачання населення, зрошення земель, захисту від повеней пов'язують ще з шумерською цивілізацією, яка існувала за 4 тисячі років до нашої ери.

Гідроспоруди по праву вважають найбільш довговічними інженерними об'єктами. Однак історія гідротехнічного будівництва налічує й непоодинокі випадки аварій на гідроспорудах, зокрема і з катастрофічними наслідками. Відбуваються такі аварії і в наш час. Тому забезпеченню надійності і безпеки гідроспоруд у світі приділяють значну увагу.

Доцільність імовірнісного аналізу надійності і безпеки гідроспоруд обумовлюється наступними основними причинами: 1) різноманіттям природних (гідрологічних, інженерно-геологічних, геотехнічних, сейсмологічних, кліматичних тощо) і техногенних чинників, що можуть визначати стан і поведінку споруд, та високим рівнем невизначеності даних про навантаження і впливи, даних про характеристики властивостей матеріалів конструкцій гідроспоруд, ґрунтів їх основ тощо; 2) складною системною структурою, системною організацією та складною взаємодією з навколишнім середовищем гідроспоруд як систем, що за своєю суттю є синергетичними системами з невизначеною поведінкою.

Ускладнення математичних моделей гідроспоруд в умовах невизначеності даних, зокрема збільшення розмірності параметричних моделей за рахунок врахування більшої кількості визначальних факторів і параметрів, застосування більш «тонкого» математичного апарату, зазвичай призводить не до зменшення, а до росту рівня невизначеності результатів моделювання [1]. Тому в практиці забезпечення надійності і безпеки гідроспоруд поряд з розрахунками значну роль відіграють системно-технологічні заходи.

Імовірнісні методи аналізу надійності і безпеки в техніці розробляються вже досить давно [2]. В цілому це відбувається в рамках двох прикладних дисциплін – теорії надійності і теорії ризику, що є розділами загальної теорії систем. Серед напрямків досліджень, що розвиваються в теорії надійності і в теорії ризику, можна виділити два відносно самостійні напрямки: параметричний і системний. Обидва ці напрямки можуть бути реалізовані при вирішенні задач імовірнісного аналізу надійності і безпеки гідроспоруд в рамках системного підходу [3]. При цьому різні види аналізу при дослідженнях надійності і безпеки гідроспоруд – параметричний і системний – органічно взаємодоповнюють один одного. Результати параметричного аналізу можуть бути використані при моделюванні й оцінці системної надійності й безпеки гідроспоруд, а результати системних досліджень дозволяють спрощувати і оптимізувати параметричний аналіз визначальних факторів.

Література. **1.** Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа / Н.Н. Моисеев. – М.: «Наука», 1981. – 487 с. **2.** Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т./ Ред. совет: В.С. Авдуевский (пред.) и др. Т. 2.: Математические методы в теории надежности и эффективности [Под ред. Б.В. Гнеденко]. – М.: Машиностроение, 1987. – 280 с. **3.** Векслер А.Б. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений / А.Б. Векслер, Д.А. Ивашинцов, Д.В. Стефанишин. – СПб.: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. – 2002. – 591 с.

Стрелец В.Е., Трончук А.А., Угрюмова Е.М.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт", Харьков, Украина

Математические модели и метод решения задачи совершенствования систем с многоэшелонной ирархией

В современном мире развитие сложных технических систем (СТС) характеризуется постоянным повышением требований к их энергетическим и эксплуатационным характеристикам. Одним из путей достижения этих требований является повышение точности изготовления (либо уменьшение допусков при их изготовлении) СТС, что можно обеспечить установкой нового высокоточного оборудования, позволяющего производить СТС с заданными параметрами. Однако, установка нового оборудования всегда ведет к значительным финансовым затратам. Поэтому актуальной технической проблемой является сокращение затрат на доводку серийных СТС путем выбора рациональных параметров и соответствующих им допусков серийно изготовляемых СТС и их подсистем с точки зрения достижения заданных интегральных критериев качества и допусков на их отклонения СТС в целом. Задачи выбора рациональных параметров и соответствующих им допусков серийно изготовляемых СТС и их подсистем относятся к задачам системного совершенствования СТС в условиях неопределенности входных данных (задачам стохастической оптимизации).

В классе задач стохастической оптимизации обычно выделяют три модели принятия решений: М-задача, V-задача и Р-задача. Следует отметить, что часто в задачах стохастической оптимизации необходимо наблюдать за изменениями средней величины и дисперсии ФЦ одновременно, не допускать превышения ими заданных значений. Для решения этой проблемы рассматриваются модели со смешанными условиями. Обозначенные условия для многокритериальной задачи могут вводиться, например, в виде скалярной «свертки» ФЦ на основе концепции степенных средних А.Н. Колмогорова:

$$\hat{f}^0 = \frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I} f_{fit}(\Delta_{f_i}^2) + \left(\frac{i_{\alpha,f}}{n_\alpha} - P^*\right)^2, \qquad (1)$$

где $\Delta_{f_i} = \frac{M[f_i]-f_i^*}{\sigma_{f_i}^*}, f_i^*, \sigma_{f_i}^*$ – желаемые значения ФЦ и их средних квадратических отклонений, $i_{\alpha,f}$ - количество точек из n_α, принадлежащих заданному диапазону, P^* - желаемая вероятность достижения заданных ФЦ (для доверительного интервала $\pm 3\sigma_{f_i}^*$ - $P^* = 0.99$), f_{fit} - функция приспособленности вида: $f_{fit} = 1 - e^{-Cf_i}, C > 1$.

Решением многокритериальной задачи стохастической оптимизации при использовании модели с ФЦ (1) является множество оптимальных по Парето решений. В таком случае возникает задача отбора единственного решения. В данной работе для отбора единственного решения в ФЦ используется дополнительное слагаемое, которое обеспечивает при синтезе решения максимальное приближение вектора решения задачи $\bar{x}$ - к вектору переменных прототипа $\bar{x_0}$. При этом ФЦ принимает вид:

$$\hat{f}^0 = \frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I} f_{fit}(\Delta_{f_i}^2) + \left(\frac{i_{\alpha,f}}{n_\alpha} - P^*\right)^2 + \frac{\beta}{M_k}\left(\sum_{m=1}^{M_k} f_{fit}(\Delta_{x,m}^2) + \sum_{m=1}^{M_k} f_{fit}\left(\frac{1}{m}|\chi_{x,m}^2 - n_\alpha|\right)\right), \qquad (2)$$

где $\Delta_{x,m} = \frac{M_\alpha[x_m]-x_{m,0}}{\sigma_m^*}, \chi_{x,m}^2 = \frac{n_\alpha M_\alpha(x_m - M_\alpha[x_m])^2}{(\sigma_m^*)^2}, x_{m,0}$ - значение переменных x_m для прототипа, σ_m^* - средние квадратические отклонения переменных $x_{m,0}$.

Квазирешение многокритериальных задач стохастичекой оптимизации со смешанными условиями (ЗСОСУ) - нормальное решение может быть найдено методом регуляризации А.Н. Тихонова.

В качестве метода решения поставленных задач был выбран эволюционный метод (ЭМ), созданный на основе классического генетического алгоритма (ГА) [1]. Для повышения скоро-

сти сходимости и точности нахождения экстремума была разработана процедура адаптации, реализующая идеи кластеризации. Применение в разработанном ЭМ процедуры адаптации от итерации к итерации таких параметров ЭМ, как параметры релаксации и функции приспособленности, обеспечивает не менее чем на 30% информационную сложность предлагаемого ЭМ ниже, чем у классического ГА.

Рассмотрены примеры реализации предложенного метода решения задачи оптимизации в различных постановках. Пусть в качестве тестовой выбрана функция вида

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{x_i}{4} + 4e^{-4x_i} \right), \tag{3}$$

где n – количество аргументов ФЦ. Выбранная ФЦ при $n = 2$ имеет минимум в точке $\hat{x} = (1.04; 1.04)$, $f(\hat{x}) = 0.645$.

Для всех постановок задач оптимизации выбраны следующие начальные условия: количество аргументов ФЦ $n = 2$; желаемое значение ФЦ $f^* = 1$; желаемое значение среднего квадратического отклонения $\sigma_f^* = 0.05$; средние квадратические отклонения аргументов ФЦ $\sigma_x = (0.03; 0.03)$. На рис.1 представлены результаты решения задачи модификации в разных постановках.

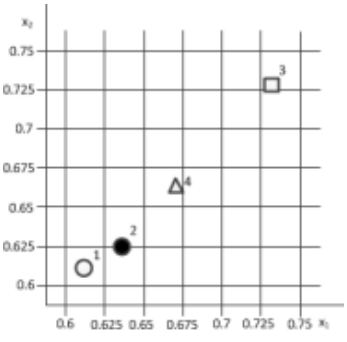


Рис. 1. Сравнение решений задачи модификации в детерминированной и стохастических постановках с применением метода регуляризации А.Н. Тихонова: 1 – детерминированная постановка,2 – M-задача, 3 – V-задача, 4 – ЗСОСУ

Получены результаты практической проверки достоверности предложенных математических моделей, методов и программного обеспечения, которое их реализует, при решении многокритериальных ЗСОСУ для турбореактивных двигателей [2].

Показано, что решения, полученные в детерминированной постановке, могут отличаться на величины значимые с практической точки зрения от решений, полученных с учетом стохастической природы входных данных, что иллюстрирует актуальность применения представленных моделей и метода в инженерной практике.

Литература. **1.** Трончук А.А. Математические модели и эволюционный метод решения задач стохастической оптимизации / А.А. Трончук, Е.М. Угрюмова // Вісник Харківського національного університету. Збірник наукових праць. Серія: «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління». – 2012. – Випуск 19 (№ 1015). – С. 292-305., **2.** Афанасьевская В.Е. Метод решения задач диагностики технического состояния газотурбинных двигателей на основе измерений газодинамических параметров в условиях неопределенности входных данных / В.Е. Афанасьевская, А.А. Трончук, Е.М. Угрюмова, М.В. Рожкова // Авиационно-космическая техника и технология. – 2012. – № 7 (94). – С. 208-213.

Тарасова А.В., Скатков А.В.
Севастопольский национальный технический университет, Севастополь, Украина

Системный анализ оптимизации распределения материальных потоков в структурно неоднородных средах

Введение. Для успешного развития промышленности и экономики большое значение имеет совершенствование логистики как на микроуровне (внутрискладская, логистика предприятия, города и т.д.), как и на макроуровне (мировые логистические цепи), а также оптимизация логистических цепочек. Объектом исследования и управления в логистике являются, в частности, материальные потоки (МП). Для потока характерны такие параметры, как: начальный и конечный пункты; скорость и время перемещения; траектория и длина пути, промежуточные пункты [1]. Примером системы, объединяющей в своем составе потоки разных типов, является современный грузовой порт [2]. Процесс функционирования порта включает в себя перемещение потоков разных типов: материальных, экономических, информационных и т.д. В зависимости от источников, материальные потоки (МП) в порту могут быть разного типа: судовой, портовый, складской, железнодорожный, автомобильный МП и т.д. Можно выделить две основные группы транзактов: точки (элементы) МП и элементы, обеспечи-вающие обслуживание этих МП. Порт представляет собой сложную многоуровневую структуру, для которой характерна параметрическая неоднородность (разные типы судов, причалов, перегрузочных пунктов, железнодорожных вагонов и т.д.).

Оптимизационная модель системы "Грузовой порт". Для постановки задачи оптимизации функционирования порта необходим формализованный подход на основе имеющейся априорной и апостериорной информации. Сложность задачи определяется тем, что время непрерывно, а события дискретны. Далее время будем рассматривать дискретно, с интервалами изменения δt. Модель будет синхронной, если изменение времени происходит с постоянным шагом ($\delta t = const$), и асинхронной, если отсчет времени происходит до ближайшего события. Рассматриваемый подход работоспособен и для первого, и для второго случая в каждый момент времени tk. В рамках этого подхода предлагается нестационарная оптимизационная модель (1).

$$M[Y(t_k, p_k, s_k, r_k, u_k, n_k, z_k, I_k)] \to extr, \tag{1}$$

где t_k — времена обслуживания транзактов разных типов, p_k — структура порта, s_k — параметрическое состояние порта, r_k — объем доступных ресурсов порта, u_k — стратегия распределения ресурсов, n_k — объем доступных вторичных транзактов, z_k — расписание обслуживания транзактов на основе системы поддержки принятия решении (СППР), I_k — апостериорная информация, поступающей от СППР, Y — функционал, описывающий качество функционирования порта, M — символ математического ожидания. Решение задачи (1) необходимо найти в области ее допустимых решений: $t_k[0, \tau]$, $p_k \in P$, $s_k \in S$, $r_k \in R$, $u_k \in U$, $z_k \in Z$ с учетом ряда ограничений $t_k \leqslant t_0$, $n_k \leqslant n_0$, $r_k \leqslant r_0$.

Качество СППР определяется используемой моделью md_k, а также рядом параметров и специальных функций: f_k — критерии, v_k — объемы выборок, g_k — оценочные функции, d_k — правила принятия решений по выбору модели, q_k — выбранное расписание обслуживания транзактов. Рассмотрение указанной модели для СППР приводит, в свою очередь, к необходимости оптимизации функционала (2), описывающего качество работы СППР.

$$H[I(t_k, md_k, f_k, v_k, g_k, d_k, q_k)] \to extr, \tag{2}$$

где H — энтропия состояния СППР. Решение задачи (2) необходимо найти в области ее допустимых решений: $md_k \in MD$, $f_k \in F$, $v_k \in V$, $g_k \in G$, $d_k \in D$, $q_k \in Q$. Качество модели, в свою очередь, описывается функционалом (3).

$$M[MD\langle b_k, w_k, a_k, e_k, \varphi_k\rangle] \to extr, \tag{3}$$

где b_k — операционные ресурсы, требуемые для реализации модели, w_k — объем требуемого для моделирования времени, a_k — уровень адекватности модели, e_k — уровень сложности

модели, φ_k — случайные и неучтенные составляющие. Решение задачи (3) необходимо найти в области ее допустимых решений: $b_k \in B$, $w_k \in W$, $a_k \in A$, $e_k \in E$ с учетом ограничений $b_k \leqslant b_0$, $w_k \leqslant w_0$, $a_k \leqslant a_0$, $e_k \leqslant e_0$. При этом $\langle md_k \rangle \in \Omega_{\text{эфф}}$, где $\Omega_{\text{эфф}}$ — множество эффективных по Парето реализаций модели. Для решения предложенной задачи нелинейного программирования необходимо по-строить соответствующие поисковые процедуры, на основе которых может быть найдено ее приближенное решение. Для параметризации предложенных аналитических моделей воз-можно использование теории систем массового обслуживания (СМО) и графового представления состояний и переходов системы.

Представление системы в виде многофазной СМО. Весь процесс обслуживания транзактов в порту может быть представлен СМО, для которой входной поток заявок будут составлять вторичные транзакты первого типа (суда с грузом), а выходной — вторичные транзакты второго типа (перегруженный на другие виды транспорта груз). Сам порт в этом случае является обслуживающим прибором, а поступающие на обслуживание суда — запросами к прибору. Следует также учитывать, что на вход системы поступают заявки – суда, в самой системе они преобразуются в заявки другого типа – груз. Таким образом, рассматриваемая система является многофазовой. Под многофазовыми системами понимаются такие системы, в которых процесс обслуживания происходит пофазно. Вначале происходит обслуживание заявок в первой фазе, затем заявки переходят во вторую фазу и т.д. (рис.1).

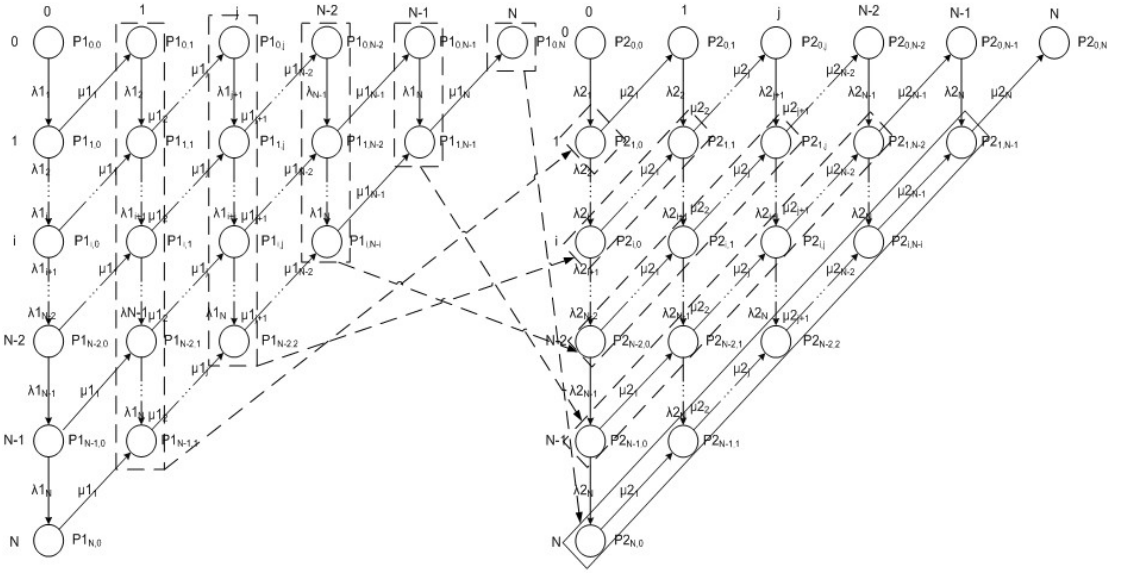


Рис. 1. Граф состояний и переходов двухфазной системы

Выводы. Множество решений предложенных оптимизационных моделей (1), (2) и (3) может быть получено с помощью информационных технологий, в частности, имитационных моделей. Далее, посредством систем поддержки принятия решений, возможно выделение множества эффективных решений, выбор оптимального из которых производит ЛПР. Пример построения семейства моделей приведен авторами [3].

Литература. **1.** Модели и методы теории логистики: Учебное пособие. 2-е изд. / Под ред. В.С.Лукинского. — СПб.: Питер, 2007. — 448 с. **2.** Понятовский В.В. Морские порты и транспорт./ В.В. Понятовский— М.: РКонсульт, 2006. — 429с. **3.** Версионное моделирование структурно неоднородных транспортно-производственных систем / А.В. Скатков, А.В. Тарасова // Радиоэлектронные и компьютер-ные системы. — №:7(59). — Харьков: Изд-во ХАИ, 2012. — с. 247-252

Терещук И.В.
Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

Разработка математической модели процесса бюджетирования

Постановка задачи. Формализовать бюджетную структуру предприятия, осуществить классификацию переменных, на основании чего разработать математическую модель бюджета предприятия для двух уровней (первый уровень – итоговые бюджеты, второй уровень – функциональные бюджеты) на плановый период – месяц.

Основнвя часть. Бюджетная структура предприятия представляет собой совокупность функциональных бюджетов, которые консолидируются в сводный бюджет. Данный бюджет состоит из трех итоговых бюджетов: бюджет доходов и расходов (БДР), бюджет движения денежных средств (БДДС), баланс предприятия (ББЛ).

Структура БДР и БДДС предприятия имеет вид:

$$Ib_1 = fd \bigcup fr, \tag{1}$$

$$Ib_2 = fp \bigcup fv, \tag{2}$$

где Ib_1 – БДР, Ib_2 – БДДС, fd, fr, fp, fv – соответственно функциональные бюджеты доходов, расходов, поступлений и выплат.

ББЛ является итоговой точкой в составлении бюджетов. Баланс взаимосвязан с БДР, БДДС и функциональным бюджетом запасов.

Каждый из функциональных бюджетов содержит набор статей. Структура функциональных бюджетов предприятия имеет вид:

$$fd_k = \bigcup_{l=1}^{L} cd_{kl},\ fr_k = \bigcup_{m=1}^{M} cr_{km}, k = \overline{1,3}, \tag{3}$$

$$fp_k = \bigcup_{n=1}^{N} cp_{kn},\ fv_k = \bigcup_{q=1}^{Q} cv_{kq}, k = \overline{1,3}, \tag{4}$$

$$fz = \bigcup_{c=1}^{3} cz_c, \tag{5}$$

где fz – бюджет запасов, k – вид деятельности предприятия, $cd_{kl}, cr_{km}, cp_{kn}, cv_{kq}, cz_c$ – множества статей соответствующих функциональных бюджетов, l, m, n, q, c – номер статей.

На основании формализации бюджетной структуры предприятия, а также классификации переменных формируется параметрическая модель взаимосвязи входных и выходных переменных, которая представляется системой уравнений и в общем виде имеет вид (6) и (7) для первого и второго уровня соответственно.

$$y_1 = f_1(x_1, \alpha), \tag{6}$$

$$y_2 = f_2(x_2, \beta), \tag{7}$$

где y_1 – вектор выходных переменных первого уровня, x_1 – вектор входных переменных первого уровня, α – вектор параметров модели первого уровня, y_2 – вектор выходных переменных второго уровня, x_2 – вектор входных переменных второго уровня, β – вектор параметров модели второго уровня.

Идентификация модели (6), (7) позволит прогнозировать выходные бюджетные показатели предприятия.

Выводы. Научная новизна работы представлена формализацией структуры бюджетов предприятия. Практическая значимость работы заключается в том, что в работе предложен инструментарий текущего планирования.

Терпіль Є.О., Макаренко О.С.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Моделювання суспільної думки з використанням клітинних автоматів

Розглядається аналіз постановок задач та порівняння концепцій і математичних моделей, що можуть бути застосовані при розв'язанні задач моделювання та прогнозування еволюції суспільної думки.

Пропонується застосувати клітинні автомати, як оптимальний інструмент для такого моделювання. Клітинні автомати представляють собою дискретну динамічну систему, сукупність однакових кліток що з'єднанні між собою і які утворюють періодичну решітку. Стан кожної клітки визначається станом кліток, що входять у її локальний окіл. Околом клітки називається множина її найближчих сусідів. В контексті даної задачі, знаходження клітини у певному стані означає підтримку клітинною відповідної альтернативи.

На основі моделей дифузії інновацій та впливу оточення [1] запропоновано побудова розширеної моделі еволюції суспільної думки та проведено синтез узагальненого автомата для її моделювання. Пропонується ввести в модель залежність станів клітин автомату, шляхом врахування впливу альтернатив між собою та залежність від минулих станів клітинни.

Будуть розглянуті можливості застосування запропонованих моделей до конкретних суспільних процесів, зокрема динамічних процесів під час виборчих кампаній. Враховуючи потенційну практичну значущість моделі, особливу увагу приділено різним можливостям побудови та застосування моделей з використанням даних з геоінформаційних джерел.

Проведено тестування запропонованих концепцій та моделей шляхом практичної реалізації описаного методу для моделювання електоральних полів в Україні на прикладі виборів до Верховної Ради. На основі даних за 2006 та 2007 роки (данні бралися з офіційного сайту ЦВК України - http://www.cvk.gov.ua/) будується решітка по виборчим округами і моделюється електоральний розподіл на 2012 рік.

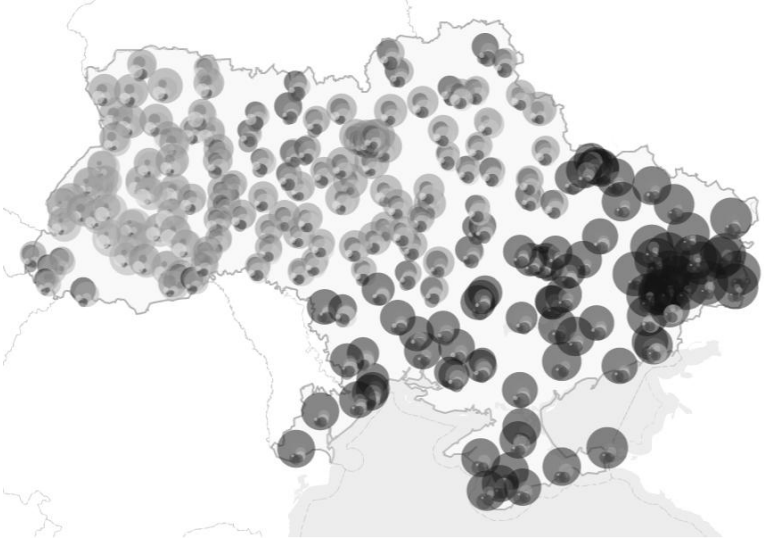


Рис. 1. Змодельований розподіл електорального поля на 2012 рік

Отриманні результати (рис. 1) свідчать про високу ефективність моделі та її програмної реалізації і їх перспективність для реальних застосувань. Подальші дослідження у цій області лежать у використані більш дрібних виборчих дільниць замість округів та врахування демографічних чинників.

Література. **1.** Ланде Д.В., Фурашев В.М., Основи інформаційного і соціально-правового моделювання : монографія. - Київ, ТОВ "ПанТот", 2012.

Тимофієва Н.К.
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, Київ, Україна

Підкласи розв'язних задач із класів задач штучного інтелекту

Показано, що дослідження та виділення підкласів розв'язних задач із класів задач штучного інтелекту дозволяє знаходити глобальні розв'язки без перебору варіантів. На прикладі задачі розпізнавання мовленнєвих сигналів розглянуто способи виділення таких підкласів із класів нерозв'язних задач.

Вступ. Вхідні дані в задачах комбінаторної оптимізації, зокрема в задачах штучного інтелекту, характеризуються як безладною так і нечіткою структурою. Але для деяких класів існують підкласи задач, що мають певну структуру вхідної інформації, для яких відомий спосіб аналітичного знаходження глобального розв'язку без перебору варіантів. Ці підкласи задач називають розв'язними. Знаходження підкласів розв'язних задач пов'язане із складністю їхнього розв'язання [1]. Для задач з чіткою структурою вхідних даних математичні моделі розроблено досить ґрунтовно і за змодельованою цільовою функцією можна визначити глобальний розв'язок повним перебором, тобто одержаний розв'язок збігається з метою дослідження. В задачах з нечіткими вхідними даними (задача розпізнавання, задача кластеризації), крім кількості операцій, затрачених на знаходження глобального розв'язку, необхідно ураховувати і міри подібності, які тут відіграють основну роль і від вибору яких в значній мірі залежить сам результат. До того ж, одержаний за змодельованою цільовою функцією глобальний розв'язок у цих задачах не завжди збігається з метою дослідження.

Складність розв'язання задач комбінаторної оптимізації оцінюється як за кількістю затрачених на знаходження глобального розв'язку операцій так і за способом моделювання цільової функції та визначенням мір подібності між заданими елементами. За складністю розв'язання задач виділимо такі класи: розв'язні аналітично, для яких відомий аналітичний спосіб знаходження глобального розв'язку. Розмірність задачі для них необмежена; розв'язні алгоритмічно, для яких існують поліноміальні алгоритми знаходження глобального розв'язку. Для них розмірність задачі може бути обмежена ресурсами ЕОМ; задачі нерозв'язні, у яких для змодельованої цільової функції не існує жодного розв'язку або одержаний глобальний результат не збігається з метою дослідження. В цьому випадку постає проблема зведення нерозв'язних задач комбінаторної оптимізації до розв'язних.

Виділення підкласів розв'язних задач в розпізнаванні мовленнєвих сигналів. Задача розпізнавання мовлення – це процес автоматичної обробки мовленнєвого сигналу з метою визначення послідовності слів, яка передається цим сигналом [2]. Якщо змоделювати цю задачу як задачу комбінаторної оптимізації, то можна побачити, що аргумент цільової функції в ній залежить від кількох змінних, якими є комбінаторні конфігурації різних типів, а сам мовленнєвий сигнал являє собою розміщення з повтореннями. Підкласи розв'язних задач із класів нерозв'язних в цій задачі виділяємо за такими ознаками: а) за вибраною мірою подібності; б) за структурою вхідних даних.

Складність розв'язання оговореної задачі полягає в тому, що сигнали, які відповідають одному і тому ж слову, промовленому багато разів одним і тим же диктором або різними дикторами, відрізняються між собою. Таких різних варіантів може бути нескінченна кількість тому, що елементи звуку – фонеми утворюються комбінацією елементів мовленнєвого тракту і утворюють комбінаторну конфігурацію – розміщення з повтореннями. Звідси має місце нечіткість вхідних даних. Множина цієї комбінаторної конфігурації – нескінченна, а підмножина ізоморфних розміщень з повтореннями – скінченна. Така властивість характерна для фрактальних множин. Якщо підмножини фонем утворені комбінацією різних елементів мовленнєвого тракту і вони не перетинаються, то для них існує міра подібності, яка дозволяє визначити глобальний розв'язок, тобто варіанти розв'язку для вимовлених різних звуків (слів) – різні. В цьому разі задача є розв'язною як за мірою подібності так і за структурою вхідного

сигналу. Вважатимемо, що такі фонеми складають підкласи розв'язних задач у розпізнаванні мовленнєвих сигналів. Якщо підмножини фонем утворені комбінацією як однакових так і різних елементів мовленнєвого тракту і вони перетинаються, то для них за вибраною мірою подібності можна одержати неоднозначний результат, тобто при розпізнаванні різних звуків (слів) варіанти розв'язку задачі можуть бути однакові, внаслідок чого виникає ситуація невизначеності.

Оберненою до задачі розпізнавання є задача синтезу мовленнєвих сигналів, яка полягає у відтворенні мовлення за заданим текстом. Як правило, для розв'язання цієї задачі створюється бібліотека фрагментів природних мовленнєвих сигналів, або такі фрагменти створюються штучно. Синтез штучного мовлення проводиться шляхом об'єднання ділянок сигналу природної мови, вибраних із бібліотеки, у фонеми, що відповідають заданим звукам (відповідно буквам заданого тексту) з використанням певних правил. Граматичні правила можна розглядати як міри подібності. Оскільки вони розроблені грунтовно, а людина сприймає широкий діапазон мовлення, то при відсутності умови відтворення індивідуальності голосу ця задача є розв'язною за мірою подібності. Жіночий, чоловічий або дитячий голос залежить від частоти основного тону, амплітуди сигналу, тому ця задача при накладанні певних обмежень є розв'язною за мірою подібності.

Задача пошуку мовленнєвого сигналу у словнику, що відповідає певному слову, повним перебором є NP -повна. Але вона стає поліноміально розв'язною, якщо за певними ознаками проведено структуризацію бібліотеки еталонних сигналів.

Для швидкого пошуку слова у словнику із сигналів еталонних слів, розміщених в алфавітному порядку, виділимо початкові сегменти постійної довжини так, щоб вони відповідали частині фонеми першого звуку. Множину одержаних сегментів позначимо $A = (a_1, ..., a_n)$, а множину слів у словнику позначимо $B = (b_1, ..., b_n)$. Елементу $a_j \in A$ відповідає сегмент початкової фонеми слова, що відповідає елементу $b_j \in B$ словника. Розв'язавши задачу кластеризації (розбиття множини на підмножини), об'єднаємо однорідні сегменти в одну підмножину. Утворені підмножини ρ_j^k є підмножинами ρ_j^k слів словника з подібними початковими сегментами, де $\rho^k = (\rho_1^k, ..., \rho_{\eta^k}^k) \in \theta$ – розбиття n-елементної множини A на підмножини, θ – їхня множина, k – порядковий номер в θ , η^k – кількість блоків у ρ^k . Кожній підмножині ρ_j^k поставимо у відповідність еталон сегмента $s_j \in S$. При пошуку слова у словнику початковий сегмент вхідного сигналу порівнюється з еталонними сегментами словника. Якщо значення цільової функції найбільше для підмножини ρ_j^k , то пошук вхідного слова проводиться у цій підмножині словника $B = (b_1, ..., b_n)$.

Висновок. Отже, дослідження структури вхідних даних в задачах штучного інтелекту дозволяє виділяти підзадачі, для яких аналітично можна знаходити глобальні розв'язки без перебору варіантів. В розпізнаванні мовленнєвих сигналів виділення підкласів розв'язних задач проводиться як за ознакою подібності так і за структурою вхідних сигналів. Якщо вибрані ознаки подібності для певних задач дозволяють знайти за поліноміальну часову складність глобальний розв'язок, то такий підклас задач є розв'язним. У задачах цього класу складність їхнього розв'язання залежить не лише від кількості операцій, затрачених на знаходження глобального розв'язку розробленим алгоритмом, а і від вибраної міри подібності.

Литература. **1.** Тимофієва Н.К. Про способи зведення нерозв'язних задач комбінаторної оптимізації до розв'язних / Н.К. Тимофієва // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2011 – № 3.– С. 240–244. **2.** Винцюк Т.К. Анализ, распознавание и интерпретация речевых сигналов / Т.К. Винцюк. – К.: Наукова думка, 1987. – 262 с.

Тимошенко Ю.А., Илич Я.И.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Современные информационные системы как объект системного анализа

Распределенность, виртуализация, параллелизм – основные характеристики современного этапа развития ИТ. Современные информационные системы являются распределенными, то есть представляют собой совокупности вычислительных элементов, взаимодействующих через сеть и объединенных одной целью. Примерами таких систем являются IoT (Internet of Things), сети машин «масштаба интернета» (например, SETI@home), а также Cloud- и Grid-системы.

параллелизм. Распределенным системам свойственен *параллелизм* – разбиение вычислительной задачи на подзадачи и одновременное их решение. В распределенных информационных системах (РИС) параллелизм существует на многих уровнях абстракции: от уровня отдельных логических вентилей и различных функциональных блоков процессора, позволяющих одновременно выполнять разные этапы многих инструкций, до множества ядер, содержащихся в современных микропроцессорах, что позволяет параллельно выполнять многие потоки одного процесса или ряд отдельных процессов. Многопроцессорные вычислительные устройства объединяются сетью и образуют, например, кластеры, в которых каждый узел решает свою часть вычислительной задачи независимо, а потом результаты решения подзадач комбинируются для получения решения целой задачи.

Интернет-ПО. Если раньше ПО создавалось для локального использования на отдельном компьютере или во внутренней сети предприятия, в относительно стабильной среде, то ПО нынешних РИС должно работать в интернете – открытой, изменчивой и неконтролируемой среде. При этом оно обменивается информацией со внешними по отношению к данной системе сетевыми сущностями, и может подвергаться атакам. *Интернет-ПО* отличается от традиционного своей формой, структурой и поведением, и должно отвечать требованиям автономности, надежности, адаптивности к изменяющимся ситуациям и требованиям, допускать эволюцию и совместную работу с другими приложениями.

Жизненный цикл разработки Интернет-ПО. Таким образом, ПО РИС представляет собой открытую систему, что непосредственно влияет на жизненный цикл его разработки. Если ранее безопасность приложения была дополнительным достоинством, то теперь это свойство является необходимым этапом процесса разработки. В частности, безопасность следует закладывать в проект ПО, на этапе кодирования нужно её реализовать и следить за тем, чтобы не допустить ошибок, которые проявятся в приложении как уязвимости, и не добавить «лишней» функциональности. На этапе тестирования нужно специально проверить безопасность ПО. На этапе ввода в эксплуатацию необходимо настроить среду, в которой будет выполняться приложение, и оговорить стратегию обновления.

Виртуализация. Для современных ИТ характерно также смещение акцента от владения вычислительными мощностями к обеспечению доступа к ним через сеть. Этому способствует виртуализация, один из аспектов которой — вычисления как услуга, когда потребитель получает вычислительные ресурсы подобно электроэнергии, не задумываясь о том, где физически находится её источник и каковы его свойства, и при этом платит лишь за потребленное им количество электроэнергии.

Заключение. В работе показано, что современные РИС могут быть представлены в виде сложных иерархических систем, целостных объектов, образованных функционально разнотипными системами, которые структурно взаимосвязаны иерархической упорядоченностью и функционально объединены для достижения заданных целей при определенных условиях.

Литература. 1. Mei H. Internetware: a Software Paradigm for Internet Computing / Hong Mei, Gang Huang, Tao Xie // IEEE Computer. – June 2012. – Vol. 45. – No. 6 – P. 26–31

Тимощук О.Л., Шапка А.С.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Оценка трудоспособности персонала, как показатель надежности

Значительная часть работников персонала любого вида деятельности - а особенно оперативного - всегда сопряжена с проведением работ, в которых важнейшим показателем является профессиональная надежность. В связи с этим, предлагается рассматривать профессиональную надежность работника с точки зрения уровня его здоровья и биологического возраста, то есть функциональной надежности.

Показатели базовой части уровня функциональной надежности работников меняются относительно медленно (сезон, годы), и поэтому их нынешнее состояние в значительной мере будет определять то, каким оно будет через год и далее. К тому же, важно иметь в виду, что естественная возрастная динамика будет только ухудшать эти показатели. Известно, что пик функциональных возможностей человека приходится на возраст 19-21 лет у женщин и 21-23 года у мужчин [1]. Далее они только ухудшаются.

На сегодня исследования, которые проводятся в институте транспорта Украины, где безопасность управления транспортом на первом месте, показывают, что основная характеристика - "Уровень физического состояния" (УФС) [2] - имеет следующее распределение:

- "низкий уровень" - 44% (мужчины) и 30% - женщины
- "средний уровень" - 55% (мужчины) и 68% - женщины
- "высокий уровень" - 1% (мужчины) и 2% - женщины

Это - именно тот уровень, который показывают люди, находящиеся на грани между здоровьем и заболеванием, т.е. они имеют очень высокую вероятность скорого заболевания или же уже больны, но не знают об этом.

Таким образом, уровень здоровья *будущих операторов* транспорта уже не соответствует требованиям безопасности транспортного процесса, и со временем, вероятно, будет только ухудшаться.Точно так же обстоит дело и со вторым показателем - биологическим возрастом. Те же исследования показывают, что среднее значение биологического возраста составляет 32,7 года при среднем метрическом значении возраста в 20 лет. Хотя, уже давно известно, что население Украины в последние годы быстро стареет биологически, а особенно это выражено у молодежи [3, 4].

Возникает естественный вопрос - что делать? Современная медицина утверждает, что уровень здоровья более, чем на 50% определяется уровнем жизни. А значит, ситуацию можно изменить, меняя образ жизни, при этом главным аспектом является персональная ответственность. Человек должен в первую очередь сам заботиться о своем состоянии и активно на него влиять. Но, как известно, *ни одно управление невозможно без наличия обратной связи.* То есть, человек должен получать объективную информацию о состоянии своего здоровья.

Системный подход предполагает, что решать эту проблему должен тот, кто заинтересован в конечном результате, при этом привлекая все необходимые средства из разных отраслей. То есть, службы безопасности соответствующих подразделений.

Именно для этой цели и разрабатываются автоматизированные системы контроля работоспособности персонала, включая в себя модули определения как психического, так и физиологического состояния.

Литература. **1.** Экспертиза трудоспособности работников среднего и пожилого возраста [Текст]. - К., 1991 **2.** Пирогова, Е.А. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека [Текст] / Е.А. Пирогова, Л.Я.Иващенко, Н.П. Страпко. - К.:Здоров'я, 1986. - 150 с. **3.** Профессиональное старение (моделирование по данным биологического возраста) [Текст] / А.Л.Решетюк [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. - 2000. - №2. - С.23-28. **4.** Брусенцов, В.Г. Оценка функциональной надежности локомотивных бригад в процессе предрейсового контроля [Текст] / В.Г. Брусенцов, В.Г.Пузырь, В.Н. Самсонкин // Залізничний транспорт України. - 2008. - №1. - С.3-5.

Трофимчук А.Н., Васянин В.А.
Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства, Киев, Украина

Оптимизация структуры многопродуктовых сетей с дискретными мелкопартионными потоками

Постановка задачи и алгоритм ее решения. В докладе рассматривается задача выбора иерархической структуры многопродуктовых сетей с мелкопартионными потоками, которая возникает при проектировании и анализе транспортных систем, а также перспективных общенациональных и интернациональных сетей на основе сверхширокополосных каналов и схем типа опорной сети – backbone. В таких сетях все мелкопартионные потоки подлежат единовременной передаче из источников в стоки в некоторых транспортных блоках заданного объема. Поскольку величина отдельно взятых потоков значительно меньше объема транспортного блока, исходящие потоки с разными адресами назначения могут сливаться в общие транспортные блоки. В процессе дальнейшей передачи потоков адресатам они могут опять сливаться в разных узлах с другими потоками.

Пусть $G(N,E)$ – иерархическая многопродуктовая сеть с множеством узлов N, $n=|N|$, $N=N_1\cup N_2\cup N_3$, где N_1, N_2, N_3 - множества узлов первого, второго и третьего типов соответственно и множеством ориентированных дуг E, $e=|E|$. Узлы второго и третьего типов могут отправлять и получать сетевые потоки только через ближайшие к ним узлы первого типа. В узлах третьего типа запрещена обработка транзитных потоков транспортных блоков.

На сети задана целочисленная матрица потоков $A=||a_{ij}||_{n\times n}$. Потоки a_{ij} из источников i в стоки j, $i,\ j=1,n$ должны одновременно передаваться в некоторых транспортных блоках объема $w\gg a_{ij}$ с заданной периодичностью. При этом предполагается, что каждый поток может быть упакован в транспортный блок только целиком. Пусть далее: S - множество пар индексов потоков (i,j), определенное на декартовом произведении $n\times n$; x_{ij}, u_{ij} - переменные, определяющие соответственно величину потока из i в j в исходных единицах и транспортных блоках. Первоначально все $x_{ij}=a_{ij}$, а $u_{ij}=ceil(x_{ij}/w)$, $ij\in S$, где $ceil$ - означает округление числа до большего целого; w_{kl}, $kl\in E$ – пропускные способности дуг сети в транспортных блоках, $w_{kl}\in\{w_1,w_2,\ldots,w_\alpha\}$, w_i, $i=1,\alpha$ - упорядоченные по неубыванию целые положительные числа; d_{kl}, $kl\in E$ – длины дуг; f_{kl}, $kl\in E$ – суммарные многопродуктовые потоки в транспортных блоках, протекающие по дугам сети при заданном способе маршрутизации потоков, $f_{kl}=\sum_{ij\in S}u_{ij}^{kl}$, где u_{ij}^{kl} – поток транспортных блоков из i в j, проходящий по дуге kl; t_{cp}, T_{max} – расчетная средняя и заданная максимальная задержка в передаче потоков в сети; $y_{kl}^i, i=1,n, kl\in S$ – переменные, определяющие количество единиц исходных потоков a_{kl}, проходящих дополнительную сортировку в узле i. При этом $y_{kl}^i=a_{kl}$, если в узле $i, i\neq k\neq l$ дополнительная сортировка исходного потока a_{kl} производится, в противном случае $y_{kl}^i=0$; q_{BH}^i - число направлений сортировки потоков из узла i на узлы в его внутренней зоне; $t_{ij},T_{ij},ij\in S$ – расчетное и заданное время на доставку исходных потоков a_{ij}, из i в j; $h_i, i=1,n$ - максимальная пропускная способность i - го узла в исходных единицах потока; $\nu_{ij}, ij\in S, \nu_{max}$ – число слияний потока a_{ij} с другими потоками и максимально допустимое число слияний; $C_{tr}^{kl}, C_{sort}^i, C_{gruz}^i$ - нелинейные функции транспортных затрат, затрат на сортировку исходных потоков и затрат на обработку транспортных блоков.

Требуется выбрать структуру сети (определить множества N_1,N_2,N_3), при которой достигается минимум функционала:

$$\sum_{kl\in E}C_{tr}^{kl}(w_{kl},d_{kl})+\sum_{i=1}^{n}C_{sort}^{i}(a_i,q_i)+\sum_{i=1}^{n}C_{gruz}^{i}(u_i), \qquad (1)$$

где

$$a_i = a_{ii} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n} (a_{ij} + a_{ji}) + y_i, y_i = \sum_{kl \in S} y_{kl}^i, i = 1, \ldots, n,$$

$$q_i = q_{BH}^i + \sum_{j=1}^{n} \delta_j, \delta_j = \begin{cases} 1, & u_{ij} \neq 0, \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \qquad i = 1, n,$$

$$u_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n} (u_{ij} + u_{ji}), i = 1, \ldots, n,$$

при ограничениях:

$$y_i \leqslant h_i, i = 1, n, \tag{2}$$

$$f_{kl} < w_{kl}, w_{kl} \in \{w_1, w_2, \ldots, w_\alpha\}, \text{ для всех } kl \in E \tag{3}$$

$$t_{ij} \leqslant T_{ij}, ij \in S, \tag{4}$$

$$\nu_{ij} \leqslant \nu_{max}, ij \in S, \tag{5}$$

$$t_{cp} = 1/U_\Sigma \sum_{kl \in E} f_{kl}/(w_{kl} - f_{kl}) \leqslant T_{max}, \text{ где } U_\Sigma = \sum_{ij \in S} u_{ij}, \tag{6}$$

$$x_{ij}, u_{ij} \text{ - целые неотрицательные числа.} \tag{7}$$

Для решения сформулированной задачи был предложен ряд эвристических алгоритмов, основанных на предварительном упорядочении потоков и утверждении о том, что выбор структуры сети слабо зависит от пропускных способностей ее дуг [1, 2]. Это позволило при решении задачи не учитывать ограничения (3) и (6).

Для практической проверки утверждения о том, что выбор структуры сети слабо зависит от пропускных способностей ее дуг, задача многократно решалась различными алгоритмами на сетях содержащих от 30 до 600 узлов при широком изменении значений пропускных способностей дуг и величины потоков. Результаты экспериментов полностью подтвердили справедливость доказанного утверждения и показали высокую вычислительную эффективность алгоритмов. Демонстрационная версия программы оптимизации выбора структуры сети будет преставлена во время доклада.

Выводы. 1. Предложена математическая модель задачи выбора иерархической структуры многопродуктовой сети с мелкопартионными потоками и разработаны эффективные эвристические алгоритмы ее решения.

2. Полученные результаты могут быть использованы для решения задач оптимизации структуры реальных транспортных сетей и крупномасштабных общенациональных и интернациональных сетей передачи данных, базирующихся на использовании технологии виртуальных контейнеров и схем типа опорной сети – backbone.

Литература. 1. Васянин В.А., Трофимчук А.Н. Задача выбора иерархической структуры многопродуктовой коммуникационной сети с мелкопартионными дискретными потоками // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць.- Київ, 2012.- Вип. 10.- С. 182-204. **2.** Васянин В.А., Трофимчук А.Н. Выбор пропускных способностей дуг при оптимизации упаковок мелкопартионных потоков в многопродуктовых коммуникационных сетях // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць.- Київ, 2012.- Вип. 9.- С. 181-200.

Федорець О.А., Хнигічева А.М.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Моделювання безпеки екологічних систем на основі модифікованого ймовірнісно-алгебраїчного методу

В роботі розглянуто екосистему міста Києва, виділено об'єкти захисту та рівні їх взаємодії. Було досліджено метод ймовірнісно-алгебраїчного моделювання і застосовано для забезпечення безпеки екологічних систем, в основі якого лежить представлення елементів безпеки та зв'язків між ними за допомогою алгебр. Отримані результати дають змогу оцінити стан певної екосистеми та забезпечити її безпечне функціонування.

Наразі гостро постає проблема екологічної безпеки. Це пов'язано з появою високо індустріального суспільства. Небезпечне втручання людини в природу різко посилилося, розмір цього втручання розширився і тепер загрожує стати глобальною проблемою для людства. Витрата невідновних видів сировини, викиди шкідливих речовин в атмосферу, забруднення викидами водойм, хімічне забруднення ґрунту пестицидами і його підвищена кислотність – все це робить помітний вплив на процеси, що відбуваються в біосфері та веде до розпаду екосистем. Однією з задач сучасності є забезпечення безпечного існування та функціонування природних компонентів, підтримка рівноваги їх життєдіяльності та мінімізація згубного втручання в екосистему. [3] Запропонований метод дає змогу досліджувати складні системи, які складаються з сукупності компонентів, пов'язаних між собою певними зв'язками і є єдиним цілим. [1] Зв'язки між компонентами відрізняють складну систему від звичайного набору не пов'язаних між собою частин. Досліджуваною властивістю є зміна запропонованого стану компонентів системи з часом відносно минулого періоду. Результат дозволяє вирішувати наступні задачі:

- проаналізувати зміну станів з часом системи в цілому;
- простежити кількісні відхилення від стабільного функціонування;
- виявити ймовірнісні коефіцієнти покращення або погіршення стану компонент за часом та всієї системи в цілому, а також виявити ступінь впливу певної компоненти на остаточні показники цілісної системи;
- побудувати наочну модель протікання змін станів функціонування системи та окремих її підсистем за часом.

Отже, існує деяка функціонально-складна система. [2] Так само, як і у методі ймовірнісно-алгебраїчного моделювання, така складна система представляється у вигляді множини пристроїв, $Y = \{Y_1\}$, де $i = 1 \dots m$, які відповідають кожному компоненту складної системи, або її підсистемам. Стан результуючого пристрою (тобто самої складної системи – найвищий рівень) визначається через композицію станів пристроїв, від яких залежить його стан (тобто композицію станів пристроїв, що відповідають компонентам складної системи – нижчий рівень).

$$Y = Y_1 * \dots * Y_m \tag{1}$$

Показниками для дослідження є процентне співвідношення зміни станів компонент системи, що розглядаються, відносно до минулого періоду. Згідно з цим, вводимо наступні показники: кожному пристрою Yi ставиться у відповідність певне значення ймовірності перебування пристрою в стані покращення або погіршення в деякий момент часу (p_i) а також структурний коефіцієнт $a_i = 1$ або $a_i = -1$, де 1 - це стан покращення, а -1 - стан погіршення. Таким чином кожен пристрій Y_i характеризується показником P_i.

$$Y_i \to P_i, \text{де } P_i = a_i * p_i \tag{2}$$

Показник p_i розраховується за правилом розрахунку ймовірнісного показника, користуючись таким означенням, що ймовірність – це відношення числа сприятливих результатів до спільної кількості спостережень. Коефіцієнт для аналізу результатів, розраховується наступним чином

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{m} P_i}{i}, \tag{3}$$

i є середньоарифметичним ймовірнісним відхиленням стану пристрою в порівнянні з минулим періодом. Знак («+» або «−») перед P – це структурний коефіцієнт а для складної системи в цілому. Структурна схема запропонованого методу виглядає наступним чином: Таким чином,

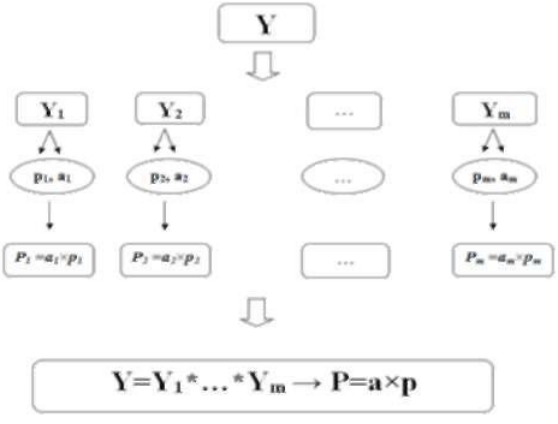


Рис. 1. Структурна схема методу

розрахувавши середньоарифметичні ймовірнісні відхилення станів пристрою в порівнянні з минулими періодами, з'являється можливість простежити деякі закономірності. Зобразивши графічно зміни за часом, стає видно, яким чином з кожним наступним періодом змінюється ситуація. Така графічна залежність дає змогу проаналізувати наступні пункти:

- яким чином змінюються поточні стани модельованої системи;
- відстежити найгірші та найкращі показники;
- спрогнозувати подальшу поведінку складної системи;
- врахувати вразливі місця за допомогою показників, які відповідають складовим компонентам складної системи;
- обрахувати числові показники, які характеризуватимуть досліджувані стани та функції складної системи на декілька періодів вперед.

У випадку складної екологічної системи, систему пропонується розподіляти на три основні складові: атмосферу, гідросферу і літосферу, які в свою чергу мають власний поділ на пристрої. В даному випадку має місце розглядати та описувати зміни станів з часом за поділом на складові, відокремлюючи на кожному рівні поділу функціональність певних підсистем. Запропонований модифікований метод має чітке алгебраїчне підґрунтя, що дозволяє єдиним чином описувати зв'язки між пристроями складної системи. Практичне застосування в області дослідження безпеки екологічних систем дозволить оцінити зміну ймовірнісних характеристик системи з часом, враховуючи дію складових компонентів на кожному кроці моделювання.

Література. **1.** Сукач Е. И. Метод исследования функционально-сложных систем с использованием вероятностно-алгебраического моделирования / ISSN 028-9763 Математические машины и системы, 2010, № 3 – 116 с. **2.** Гайдес М.А., Общая теория систем (системы и системный анализ). — Винница: Глобус-пресс, 2005. — 201 с. **3.** Рябинин И.А., Черкесов Г.Н. Логико-вероятностные методы исследования надежности структурно-сложных систем. – М.: Радио и связь, 1981.– 264 с.

Фесюк О.В.
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна

Web-орієнтована система для знаходження щодобового погодинного оптимального завантаження енергосистеми

Оптовий ринок електричної енергії України (ОРЕ) складається з 5 енергогенеруючих компаній (ГК) теплових електростанцій, державної ГК атомних електростанцій та державної ГК гідроелектростанцій. Кожна з компаній повинна надавати послуги з регулювання навантаження (маневрові потужності) в Об'єднаній енергосистемі (ОЕС) України. За підтримку системи забезпечення функціонування ОРЕ відповідає Державне підприємство (ДП) "Енергоринок", яке виконує щодобове погодинне планування режиму роботи ОЕС України за активною енергією та потужністю на основі оптимізації режимів роботи електростанцій, зовнішніх перетоків електроенергії, та поданого генкомпаніями ТЕС прогнозного обсягу споживання електроенергії на наступну добу. У зв'язку з інтеграцією ОЕС України в UCTE (Union for the Coordination of Transmission of Electricity) необхідно привести допустимий рівень відхилень частоти генерації струму, який з українськими стандартами становлять ±0,2 Гц, до стандартів UCTE, що становлять ±0,02 Гц. Частково це досягається за допомогою планування щодобового погодинного завантаження енергосистеми для оптимальної роботи, щоб уникнути пікових навантажень, які мають значний вплив на частоту струму.

З інформації web-сайту ДП "Енергоринок" [1] випливає, що інформаційно-контрольним функціям приділяється недостатньо уваги та не передбачено розв'язання оптимізаційних задач для вирішення задачі оптимального завантаження енергосистеми. Наведені на сайті інформація про обов'язки ДП "Енергоринок" та аналіз роботи ОЕС України по відповідним періодам вказують на актуальність даної проблеми. Отже, є необхідність побудови математичної моделі для знаходження оптимального завантаження енергосистеми на плановий період та необхідність розробки web-орієнтованої системи для щодобового погодинного оптимального завантаження енергосистеми. Дану систему пропонується розробляти на базі CMS Joomla з використанням мови програмування PHP і MySQL, а за основу системи може бути взята математична модель, що наведена далі.

У роботі [2] розглядається математична модель, в якій цільова функція задає сумарні витрати умовного палива на вироблення електроенергії. Обмеження означають виконання вимог на "екологічність" енергосистеми, плану по електричній енергії у кожному інтервалі планового періоду та навантаження, яке для кожного енергоблоку в кожен інтервал часу вибирається з неперервного діапазону його електричних навантажень. Модернізуємо цю модель, замінивши обмеження на "екологічність" обмеженням, яке вказує на допустимі відхилення частоти струму при генерації електроенергії. Таку заміну проведемо тому, що екологічний фактор більш залежить від технічного оснащення, ніж від режиму роботи енергоблоку. Також, введемо булеву змінну, яка вказує на те чи енергоблок увімкнений чи ні, та дозволяє задати обмеження на кількість годин завантаження енергоблоку. В результаті отримаємо задачу лінійного булевого програмування.

Дану задачу можна розглядати як для всієї ОЕС України, де максимальна кількість енергоблоків не перевищує 125, так і для одного об'єднання із ОЕС України, де максимальна кількість енергоблоків не перевищує 25. Розв'язок цієї задачі можна забезпечити за допомогою r-алгоритму або можна використати відомі програми Cbc, Gurobi, MINTO та інші, які є надані NEOS сервером [2]. Для них оптимізаційні моделі можна задавати у вигляді опису на мовах моделювання AMPL і GAMS.

Література. **1.** Web-сайт ДП "Енергоринок" [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://er.gov.ua. **2.** Стецюк П.І., Журбенко М.Г., Лиховид О.П. Математичні моделі та програмне забезпечення в задачах енергетики - К.: ПП "Ательє "Поліграфічний комплекс", 2012. - 64 с.

Ходаков В.Е., Соколова Н.А., Крючковский В.В.
Херсонский национальный технический университет, Херсон, Украина

Мониторинг показателей регионально-производственных социально-экономических систем

Рассматриваются регионально-производственные социально-экономические системы (РПСЭС), к которым относятся территории, регионы, области и их компоненты – службы жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) города, региона, сложные территориально распределенные, технологические объекты промышленной, коммунальной, энергетической сферы и т.п. Состояние РПСЭС оценивается большим количеством частных показателей $\{x_i\}_{i=1}^n$.

Большая размерность набора показателей РПСЭС является существенным препятствием для изучения динамики системы. Естественным шагом в изучении является понижение размерности, например, путем свертки частных показателей. В простейшем случае – это замена определенного набора параметров $\{x_i\}_{i=1}^n$ единым более обобщенным параметром $I(\{x_i\}_{i=1}^n)$. Этот показатель принято называть индексом системы показателей $\{x_i\}_{i=1}^n$. В основе построения всякого индекса лежит некая «разумная» процедура усреднений, например, вычисление среднего арифметического и т.д.

$$I(\{x_i\}_{i=1}^n) = I(X), I : R_n \to R_1$$

Наиболее употребительными являются индексы, построенные на основании линейных процедур усреднения:

$$I(X) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \text{ или } I_p(X) = \sum_{i=1}^{n} p_i x_i \ ,$$

где $P = \{x_i\}_{i=1}^n, 0 \leqslant p_i \leqslant 1, i = 1, 2...n$ - заданный набор весовых коэффициентов. Следующий класс индексов строится на основе квадратичных процедур усреднения: вычисления среднего квадратичного (эвклидовой нормы вектора)

$$J(X) = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i^2} = \frac{1}{\sqrt{n}}\|X\|$$

либо вычислением среднеквадратичного отношения вектора X от некоторого заданного оптимального вектора $S = \{s_i\}_{i=1}^n$

$$J(X) = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - s_i)^2} = \frac{1}{\sqrt{n}}\|X - S\|$$

Наиболее употребительные процедуры усреднения и порожденные ими индексы имеют простую геометрическую интерпретацию и связаны между собой квадратичной зависимостью.

Все допустимые состояния $X = \{x_i\}_{i=1}^n$ РПСЭС расположены в кубе

$$K = X = \{x_i\}_{i=1}^n \in R_n, 0 \leqslant x_i \leqslant 1, i = 1, 2...n$$

Этого всегда можно достичь соответствующей нормировкой допустимых параметров $\{x_i\}_{i=1}^n$.

В качестве интегральных показателей чаще используют индексы устойчивого развития и инвестиционной привлекательности.

Выбор номенклатуры и количества показателей решается организацией подсистемы мониторинга показателей. Её функцией является обеспечение измерения, хранения и формирования множества первичных показателей, достаточных для идентификации явных, косвенных и латентных свойств, отношений РПСЭС и её связей с метасистемой.

Ходневич Я.В.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна

Про підхід до моделювання динаміки водного потоку при оцінці місцевих деформацій русла

Необхідність здійснення моделювання динаміки водного потоку в місцях небезпечних деформацій русла визначають численні факти катастрофічних розмивів берегів і руйнувань об'єктів народного господарства при паводках на ділянках гірських та передгірських рік Українських Карпат. Найбільш інтенсивні деформації русла формуються в результаті виникнення гвинтоподібних течій біля підніжжя гряд наносів та донних перешкод.

З метою ефективного прогнозування руслових деформацій в місцях обтікання турбулентним водним потоком донних перешкод, необхідно адекватно оцінити його поле осереднених швидкостей та тисків. Пропонується здійснювати обчислення таких кінематичних характеристик шляхом поетапного їх наближення. Виконується дослідження динаміки руслового потоку в одновимірному (на ділянці русла значної довжини), двовимірному (в місцях звалу потоку на берег) та тривимірному (біля підніжжя гряди наносів) випадках [1].

Спочатку здійснюється моделювання рівнів вільної поверхні на ділянці річки довжиною декілька кілометрів шляхом розв'язання рівняння нерівномірного плавно змінного усталеного руху водного потоку в природному руслі. Обчислюються рівні вільної поверхні, глибини та середні швидкості руслового потоку на всіх розрахункових створах досліджуваної області. Результати моделювання дозволяють визначити окремі ділянки русла, на яких спостерігається перепад значень швидкості течії. Зазвичай різка зміна швидкості спостерігається при звалі потоку на берег, на поворотах русла, при стисненні потоку грядами наносів тощо. Саме в таких зонах можливих інтенсивних деформацій русла необхідно здійснити детальніше дослідження структури потоку. На основі результатів моделювання рівнів вільної поверхні переходимо до уточнення кінематичних характеристик потоку в рамках планової задачі гідравліки.

Двовимірна задача гідравліки розглядається на окремих ділянках, для яких характерний інтенсивний вплив потоку на дно та береги русла. Моделювання плану течій здійснюється шляхом розв'язування основних рівнянь відкритого потоку планової задачі. Уточнюються глибини та середні значення швидкостей на всіх вертикалях розрахункової області. Отримані величини кінематичних характеристик потоку використовуються як початкове наближення для моделювання динаміки турбулентної течії у тривимірній області за допомогою диференційних рівнянь Рейнольдса.

Тривимірна задача динаміки турбулентної течії розглядається в області за руслову грядою. Гряда розташована косо відносно транзитного потоку. Розташування й геометрія донних гряд, що сформувалися попередніми паводками, визначається на основі натурних даних. Розв'язок такої задачі дає змогу визначити донні дотичні напруги в зоні дії просторової гвинтоподібної течії на дно. Знайдені швидкості дозволяють оцінити інтенсивність вимивання ґрунту, а також поглиблення і розширення зони розмиву в часі.

Запропонований підхід до моделювання динаміки водного потоку доцільно використовувати для прогнозування місцевих деформацій дна та берегів в руслах передгірських рік. Попередня оцінка можливості місцевого розмиву русла може здійснюватись шляхом порівняння отриманих наближених швидкостей потоку з критичними розмивними швидкостями. Моделювання інтенсивності виносу ґрунту на досліджуваній ділянці русла може виконуватись відомими методами, враховуючи наближені значення кінематичних характеристик водного потоку [2].

Література. **1.** Ходневич Я.В. Моделювання кінематичних характеристик руслового потоку та аналіз факторів руслових деформацій / Я.В. Ходневич // Вісник НУВГП. Зб. наук. праць. Вип. 3 (47). Ч. 1. – Рівне: НУВГП, 2009. – С. 551-556. **2.** Щодро О. Є. Розрахунок деформацій дна на ділянках повороту русла передгірських ділянок річок з врахуванням транспорту транзитних наносів / О.Є. Щодро, О.П. Напримерова, В.М. Шитов // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. Зб. наук. праць. Вип. 31. – Рівне: НУВГП, 2006. – С. 230-236.

Чапля Є.Я.[1,2] ***Чернуха О.Ю.***[1] ***Давидок А.Є.***[1]

[1]*Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім.Я.С.Підстригача НАН України, Львів, Україна;* [2]*Інститут механіки і прикладної інформатики Університету Казиміра Великого в Бидгощі, Бидгощ, Польща*

Моделювання потоків домішки у стохастично неоднорідному тілі з бета-розподілом шаруватих включень

При моделюванні процесів масоперенесення у стохастично неоднорідних структурах застосовують процедуру усереднення. Під час дослідження такої характеристики як дифузійний потік застосування класичного апарату усереднення за ансамблем конфігурацій фаз викликає значні труднощі, пов'язані з тим, що функції кореляції випадкового поля концентрації та стохастичного коефіцієнта дифузії є невідомими. Тому запропоновано рівняння дифузії будувати для функції потоку домішки і крайові задачі формулювати для потоку. З метою уникнення протиріч (в обмежене тіло надходить необмежена кількість домішки, тощо), на одній поверхні тіла задають умову на потік маси, а на іншій – приймають концентрацію рівну нулю.

У загальному випадку рівняння балансу маси має вигляд

$$\frac{\partial c(\vec{r},t)}{\partial t} = -\vec{\nabla}\cdot\vec{J}(\vec{r},t), \tag{1}$$

де $c(\vec{r},t)$ – концентрація частинок домішки, $\vec{J}(\vec{r},t)$ – потік маси, $\vec{\nabla}$ – набла-оператор Гамільтона, крапкою позначена операція скалярного добутку, $\vec{r}$ – радіус-вектор біжучої точки, t – час.

Якщо на рівняння (1) подіємо оператором $(-\vec{\nabla})$, домножимо на коефіцієнт дифузії $D(\vec{r})$ та врахуємо перший закон Фіка, тоді отримаємо рівняння дифузії, подане через потік маси

$$\frac{\partial \vec{J}(\vec{r},t)}{\partial t} = D(\vec{r})\vec{\nabla}\otimes\vec{\nabla}\cdot\vec{J}(\vec{r},t). \tag{2}$$

Тут «$\otimes$» – тензорний добуток.

Приймаємо, що на потік $\vec{J}(\vec{r},t)$ накладено крайові умови I-го роду:

$$\vec{J}(\vec{r},t)\Big|_{t=0} = J^* \equiv const; \quad \vec{J}(\vec{r},t)\Big|_{\vec{r}\in(\partial V)} = \vec{J}_*(t), \tag{3}$$

де $\vec{J}_*(t)$ – відома детермінована (усереднена) функція часової змінної, (∂V) – границя тіла.

Вважаємо, що коефіцієнт дифузії $D(\vec{r})$ є сталим у межах кожної з фаз. Подаємо його через «функцію структури» $\eta_{ij}(\vec{r})$

$$D(\vec{r}) = \sum_{j=0}^{N}\sum_{i=1}^{n_j} D_j\eta_{ij}(\vec{r}); \quad \eta_{ij}(\vec{r}) = \begin{cases} 1, & \vec{r}\in\left(V_i^{(j)}\right), \\ 0, & \vec{r}\notin\left(V_i^{(j)}\right), \end{cases} \quad \sum_{j=0}^{N}\sum_{i=1}^{n_j}\eta_{ij}(\vec{r}) = 1, \tag{4}$$

де D_j – значення коефіцієнта дифузії у фазі j, $\left(V_i^{(j)}\right)$ – i-та однозв'язна область j-ї фази, i – номер включення в рамках фази, $i=\overline{1,n_j}$, n_j – кількість включень фази j , $j=\overline{0,N}$, $N+1$ – кількість фаз ($j=0$ відповідає матриці).

Позначивши оператори наступним чином

$$L_0(\vec{r},t) = \frac{\partial}{\partial t} - D_0\vec{\nabla}\otimes\vec{\nabla}\cdot, \quad L_s(\vec{r}) = \sum_{j=0}^{N}\sum_{i=1}^{n_j}(D_0-D_j)\eta_{ij}(\vec{r})\vec{\nabla}\otimes\vec{\nabla}\cdot,$$

та враховуючи подання (4), рівняння (2) записуємо у вигляді

$$L_0(\vec{r},t)\vec{J}(\vec{r},t) = L_s(\vec{r})\vec{J}(\vec{r},t). \tag{5}$$

Трактуючи неоднорідність структури тіла як внутрішні джерела, розв'язок крайової задачі (5),(3) подано у вигляді еквівалентного інтегро-диференціального рівняння

$$\vec{J}(\vec{r},t) = \vec{J}_0(\vec{r},t) + \int_0^t \iiint_{(V)} G(\vec{r},\vec{r}',t,t')L_s(\vec{r}')\vec{J}(\vec{r}',t')d\vec{r}'dt', \tag{6}$$

де $\vec{J}_0(\vec{r},t)$ – розв'язок однорідної крайової задачі, $G(\vec{r},\vec{r}',t,t')$ – функція Гріна.

Розв'язок рівняння (6) знайдено методом послідовних ітерацій у вигляді ряду Неймана

$$\vec{J}(\vec{r},t) = \vec{J}_0(\vec{r},t) + \int\limits_0^t \iiint\limits_{(V)} G(\vec{r},\vec{r}',t,t')L_s(\vec{r}')\vec{J}(\vec{r}',t')d\vec{r}'dt' +$$

$$+ \int\limits_0^t \iiint\limits_{(V)} G(\vec{r},\vec{r}',t,t')L_s(\vec{r}') \int\limits_0^{t'} \iiint\limits_{(V)} G(\vec{r}',\vec{r}'',t',t'')L_s(\vec{r}'')\vec{J}(\vec{r}'',t'')d\vec{r}''dt''d\vec{r}'dt' + \dots . \quad (7)$$

Подання розв'язку у вигляді ряду Неймана дозволяє застосовувати процедуру усереднення за ансамблем конфігурацій фаз.

Визначено усереднений за ансамблем конфігурацій фаз дифузійний потік домішкових частинок у двофазній шаруватій смузі товщини z_0, в якій шаруваті включення розташовані за частинними випадками β-розподілу:

$$f(z) = \begin{cases} \frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \left(\frac{z}{z_0}\right)^{\alpha-1} \left(1-\frac{z}{z_0}\right)^{\beta-1}, & z \in [0; z_0], \\ 0, & z \notin [0; z_0], \end{cases} \quad (8)$$

де $\Gamma(x)$ – Гама-функція, α, β – ступені вільності розподілу.

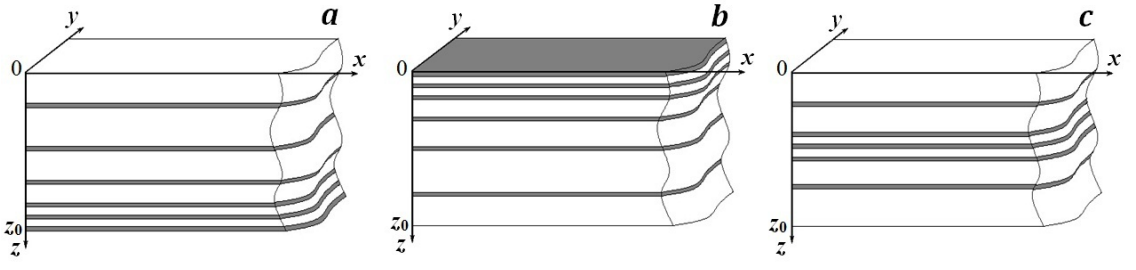


Рис. 1. Реалізації випадкових структур для частинних випадків бета-розподілу

Випадок $\alpha \geqslant 1$, $\beta = 1$ розподілу (8) відповідає структурі, у якій включення розташовані біля нижньої поверхні тіла (рис.1a), $\alpha = 1$, $\beta \geqslant 1$ – біля верхньої поверхні (рис.1b). При $\alpha \geqslant 1$, $\beta \geqslant 1$ область найбільш ймовірного розташування включень зосереджена в середині тіла (рис.1c). Отримано розрахункові формули для усередненого за ансамблем конфігурацій фаз потоку домішки та встановлено вплив параметрів структури на поведінку потоку маси.

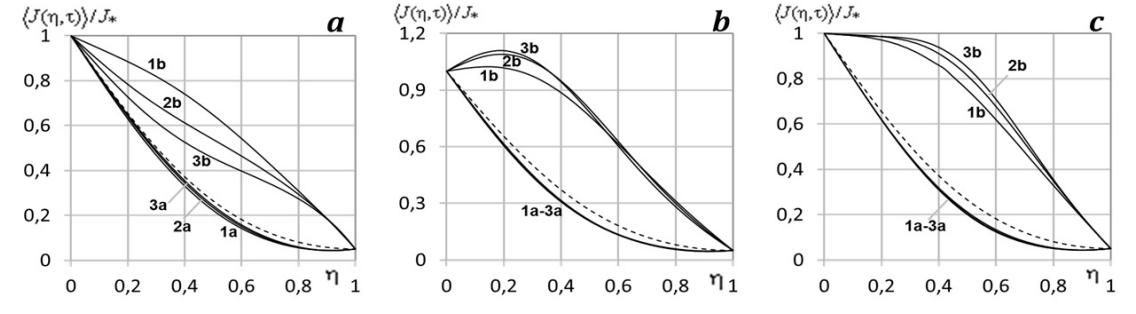


Рис. 2. Розподіли усереднених потоків при різних значеннях α, β

Показано, що для випадку, коли коефіцієнт дифузії у матриці менший, ніж у включенні, ущільнення включень (що відповідає збільшенню параметрів α, β) у структурах із областю найбільш ймовірного розташування включень біля нижньої поверхні і в середині тіла призводить до зростання потоку (криві 1b-3b, рис.2b та рис.2c).

Чередниченко О.Ю.
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Проблемы измерения качества в социально-экономических системах

Вопросы качества и подходы к его оцениванию являются предметом изучения большого числа авторов. Можно выделить два основных направления в трактовке поняти "качество": 1) качество как способность удовлетворять некоторый набор требований; 2) качество как возможность удовлетворять потребности. Оба подхода нашли свое отражение в различных международных стандартах и активно используются на практике. Например, первый вариант трактовки качества лежит в основе моделей качества программного обеспечения. Второй подход рассматривает качество как интегральную характеристику и применятеся, например, в системах менеджмента качества по стандартам ISO 9000:2001.

Несмотря на большое число публикаций, вопросы измерения качества остаются открытыми для обсуждения. Особенно остро эта проблема проявляется в социально-экономических системах (например, в системах образования, здравоохранения и т.п.), где объектом управления являются процессы, а результаты функционирования носят нематериальный характер (услуги, знания, здоровье и т.п.). Учитывая особенности таких систем ставится задача синтеза математических моделей оценивания качества объектов разной природы. С процессом оценивания качества связано большое число различных задач, в данной работе рассматриваются только вопросы комплексного оценивания.

Социально-экономические системы, как правило имеют сложную многоуровневую распределенную структуру, содержат неоднородные элементы, связанные взаимными причинно-следственными связями. Такие системы характеризуются большим числом параметров, функционируют под влиянием множества факторов, на результаты их деятельности влияют как внешние, так и внутренние процессы, что не позволяет использовать традиционные подходы к комплексной оценке, основанные на средневзвешенных методах.

Детальный анализ различных практических задач комплексного оценивания привел к следующей классификации. К первому классу будем относить задачи комплексной оценки на соответствие требованиям нормативной документации. Другими словами, это задачи комплексного оценивания, которые базируются на первом подходе к понятию качества. Второй класс объединяет задачи оценивания интегрального качества, т.е. задачи, в которых рассматривается второй вариант интерпретации качества. Задачами третьего класса будем называть задачи комплексного оценивания результатов деятельности.

Таким образом, в задачах комплексного оценивания качества выделяются следующие объекты оценивания: 1) способность удовлетворять требования (ожидаемое качество); 2) совокупность свойств (предлагаемое качество); 3) производительность (полученное качество). Опыт решения различных прикладных задач показал, что разные классы, вообще говоря, приводят к разным математическим схемам моделирования этих задач. Фундаментальную очнову построения моделей составляют: общая теория систем, квалиметрия, алгебра предикатов, теория латентного анализа, теория принятия решений, теория активных систем. С другой стороны, использование экспертных оценок и большое число неизмеряемых параметров приводят к существенным проблемам автоматизации задачи, снижают объективность и практическую целесообразность оценок качества. Решение этой проблемы автор видит в разработке моделей оценивания для задач третьего класса, использовании независимых источников данных, обосновании методов измерения показателей.

Сеть Internet содержит огромные объемы динамической слабоструктурированной неоднородной информации, которые объективно отражают различные социально-экономические процессы реального мира. Создание адаптивных тематических моделей мониторинга и комплексного оценивания на основе использования методов поиска и обработки информации в вебе является предметом дальнейших исследований.

***Чернуха О.Ю.*[1], *Гера Б.В.*[1,2], *Білущак Ю.І.*[1]**

[1]*Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки та математики ім. Я.С.Підстригача НАН України, Львів, Україна;* [2]*Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. В.Лазаряна, Львівська філія, Львів, Україна*

Двоточкова функція кореляції випадкового поля концентрації в півпросторі з ерлангівським розподілом шаруватих включень

Нові композитні матеріали і композитні наноструктури широко використовуються в різних галузях техніки, хімії, медицини, тощо [1]. Проте сучасні технологічні процеси їх створення часто супроводжуються випадковою зміною їхніх геометричних параметрів. Це у свою чергу пливає на їхні функціональні властивості, зокрема у випадку процесів масопереносу захисні властивості виробів з них. Випадковість у параметрах середовища породжує стохастичність самих фізичних полів. При цьому методи статистичного усереднення за ансамблем реалізацій випадкових параметрів згладжують якісні особливості типових реалізацій, і отримані статистичні характеристики можуть суттєво відрізнятися від окремих реалізацій. Хоча повна статистика містить всю інформацію про динамічну систему, проте на практиці вдається знайти тільки перші статистичні характеристики, які пов'язані з одноточковими розподілами ймовірностей.

В роботі досліджено процеси дифузії домішкових частинок у випадково-неоднорідному шаруватому півпросторі на основі рівнянь дифузії, сформульованих для кожної фази зокрема. А саме [2]

$$\rho_j \frac{\partial c_j(z,t)}{\partial t} = d_j \frac{\partial^2 c_j(z,t)}{\partial z^2}, \quad z \in \Omega_j = \bigcup_{i=1}^{n_j} \Omega_{ij}, \quad j = 0,1, \tag{1}$$

де $c_j(z,t)$ – концентрація домішкових частинок у фазі j; ρ_j – густина, d_j – кінетичний коефіцієнт переносу в області Ω_j; n_j – кількість підшарів фази j, Ω_{ij} – i-та однозв'язна область фази j, $i = \overline{1, n_j}$, $j = 0,1$; z – просторова координата, t – час. При цьому накладені такі крайові та контактні умови:

$$c_0(z,t)\big|_{z=0} = c^* \equiv const, \quad c_0(z,t)\big|_{z\to\infty} = 0, \quad c_0(z,t)\big|_{t=0} = c_1(z,t)\big|_{t=0} = 0; \tag{2}$$

$$k_0 c_0(z,t)\big|_{z=z_l-0} = k_1 c_1(z,t)\big|_{z=z_l+0}, \quad \rho_0 d_0 \frac{\partial c_0(z,t)}{\partial z}\bigg|_{z=z_l-0} = \rho_1 d_1 \frac{\partial c_1(z,t)}{\partial z}\bigg|_{z=z_l+0}; \tag{3}$$

$$k_1 c_1\big|_{z=z_l+h_{l1}-0} = k_0 c_0\big|_{z=z_l+h_{l1}+0}, \ \rho_1 d_1 \frac{\partial c_1(z,t)}{\partial z}\bigg|_{z=z_l+h_{l1}-0} = \rho_0 d_0 \frac{\partial c_0(z,t)}{\partial z}\bigg|_{z=z_l+h_{l1}+0}, \tag{4}$$

де k_j – коефіцієнт концентраційної залежності хімічного потенціалу у фазі j, z_l – випадкова координата "верхньої" межі шару Ω_{l1}; h_{l1} –товщина включення Ω_{l1}, l – номер підшару, $l = \overline{1, n_1}$, n_1 – кількість включень.

Розв'язок контактно-крайової задачі (1)–(4) – поле концентрації $c(z,t)$, знайдений у вигляді ряду Неймана зведенням крайової задачі до інтегро-диференціального рівняння та його ітеруванням.

Двоточкова функція кореляції (автокореляції) поля концентрації домішки $\psi_c(z_1,t_1,z_2,t_2)$ у шаруватому півпросторі визначається за формулою [3]

$$\psi_c(z_1,t_1,z_2,t_2) = \langle c(z_1,t_1)c(z_2,t_2)\rangle - \langle c(z_1,t_1)\rangle\langle c(z_2,t_2)\rangle. \tag{5}$$

Поле концентрації в точках (z_1,t_1) і (z_2,t_2) подаємо у вигляді відповідних рядів Неймана, обмежимось врахуванням парного взаємовпливу фаз та враховуємо, що функція Гріна $G(z,z',t,t')$ і поле концентрації домішки в однорідному тілі $c_0(z,t)$ є детермінованими, а також усереднення проводимо за ансамблем конфігурацій фаз з ерлангівським розподілом [3]

шаруватих включень. Тоді співвідношення (5) набуває вигляду

$$\psi_c(z_1,t_1;z_2,t_2)=\int\limits_0^{t_1}\int\limits_0^{\infty}\int\limits_0^{t_2}\int\limits_0^{\infty}G(z_1,z_1',t_1,t_1')G(z_2,z_2',t_2,t_2')\overline{L}_s(z_1',t_1')c_0(z_1',t_1')\overline{L}_s(z_2',t_2')c_0(z_2',t_2')\times$$

$$\times\left\langle\sum_{i=1}^{n_1}\eta_{i1}(z_1')\sum_{k=1}^{n_1}\eta_{k1}(z_2')\right\rangle dz_2'dt_2'dz_1'dt_1'-\int\limits_0^{t_1}\int\limits_0^{\infty}\int\limits_0^{t_2}\int\limits_0^{\infty}G(z_1,z_1',t_1,t_1')G(z_2,z_2',t_2,t_2')\overline{L}_s(z_1',t_1')c_0(z_1',t_1')\times$$

$$\times\overline{L}_s(z_2',t_2')c_0(z_2',t_2')\left\langle\sum_{i=1}^{n_1}\eta_{i1}(z_1')\right\rangle\left\langle\sum_{k=1}^{n_1}\eta_{k1}(z_2')\right\rangle dz_2'dt_2'dz_1'dt_1',$$

де $\overline{L}_s(z,t)=(\rho_0-\rho_1)\partial/\partial t-(d_0-d_1)\partial^2/\partial z^2$. Використовуємо також, що

$$\left\langle\sum_{i=1}^{n_1}\eta_{i1}(z_1')\sum_{k=1}^{n_1}\eta_{k1}(z_2')\right\rangle=\sum_{i=1}^{n_1}\sum_{k=1}^{n_1}\left(\langle\eta_{i1}(z_1')\rangle\langle\eta_{k1}(z_2')\rangle+\psi_\eta(z_1',z_2')\right),$$

де η_{ik} – випадкова «функція структури» [3], $\psi_\eta(z_1',z_2')$ – функція кореляції фаз, тоді отримаємо функцію кореляції поля концентрації в точках (z_1,t_1) і (z_2,t_2) для процесу дифузії домішкової речовини у двофазному випадково неоднорідному шаруватому півпросторі:

$$\psi_c(z_1,t_1;z_2,t_2)=n_1^2\int\limits_0^{t_1}\int\limits_0^{\infty}\int\limits_0^{t_2}\int\limits_0^{\infty}G(z_1,z_1',t_1,t_1')G(z_2,z_2',t_2,t_2')\overline{L}_s(z_1',t_1')c_0(z_1',t_1')\times$$

$$\times\overline{L}_s(z_2',t_2')c_0(z_2',t_2')\psi_\eta(z_1',z_2')dz_2'dt_2'dz_1'dt_1'. \qquad (6)$$

Підставивши конкретні вирази для функції Гріна, концентрації в однорідному тілі та визначивши функції кореляції фаз через густину умовної ймовірності, отримано розрахункову формулу для для двоточкової функції кореляції поля концентрації частинок для двофазного шаруватого півпростора у вигляді чотирикратного інтеграла, підінтегральна функція якого як множник містить функцію кореляції фаз і пропорційна квадрату кількості включень. Зазначимо, що формула для двоточкової функції кореляції поля концентрації (6), як і співвідношення для усереднених полів концентрації, є справедливою для довільних крайових умов.

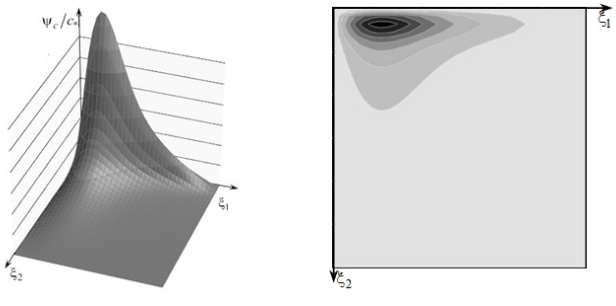


Рис. 1. Функція кореляції поля концентрації в різні моменти безрозмірного часу $\tau_1=0,011$; $\tau_2=0,001$

Визначена дисперсія поля концентрації σ_c^2 та коефіцієнт кореляції поля концентрації $K_c(z_1,t_1;z_2,t_2)=\psi_c(z_1,t_1;z_2,t_2)/\sqrt{\sigma_c^2(z_1,t_1)\sigma_c^2(z_2,t_2)}$.

Література. **1.** Белоненко М.Б., Лебедев Н.Г., Судоргин С.А. Коэффициенты диффузии и проводимости полупроводниковых углеродных нанотрубок во внешнем электрическом поле // Физика твердого тела, 2011, том 53, вып. 9. – С. 1841 – 1844. **2.** Чапля Є.Я., Чернуха О.Ю. Математичне моделювання дифузійних процесів у випадкових і регулярних структурах. –Київ: Наукова думка, 2009. – 302 с. **3.** Королюк В.С., Портенко Н.И., Скороход А.В., Турбин А.Ф. Справочник по теории вероятности и математической статистике. – М.: Наука, 1985. – 640 с.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

***Чугай А.М.*[1], *Злотник М.В.*[1], *Семкин В.В.*[1], *Лимаренко И.В.*[2]**
[1] *Институт проблем машиностроения им. А.Н.Подгорного НАН Украины, Харьков, Украина;*
[2] *Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина*

Один из подходов к улучшению функции цели в задачах упаковки

Решение задач раскроя, упаковки и покрытия (в дальнейшем задачи размещения) — это важная научная проблема из класса задач геометрического проектирования. Задачам этого класса уделяется достаточно много внимания в публикациях отечественных и зарубежных ученых. Задачи размещения возникают во многих сферах промышленности, в том числе в системах автоматизированного проектирования при построении карт раскроя материалов, компоновке оборудования, планировании перевозки грузов, оптимизации объемно-планировочного решения зданий, а также в порошковой металлургии, в системах воздушного и космического наблюдения, машиностроении, кораблестроении. Все они направлены на поиск рационального размещения объектов с целью максимизации коэффициента использования материала или минимизации отходов (затрат на оборудование). В этой связи появляется необходимость в поиске качественного расположения объектов при минимальных временных затратах. Возможность сведения большого числа важных прикладных задач, связанных с оптимальным распределением ресурсов, к классу задач геометрического проектирования требует всестороннего изучения задач этого класса и разработки эффективных методов их решения. Разработка эффективных методов решения оптимизационных задач размещения требует построения адекватных математических моделей. Фундаментальной основой математического моделирования задач данного класса является аналитическое описание условий размещения произвольных объектов в заданной области и непересечения размещаемых объектов. Наибольшую сложность, как с точки зрения формализации, так и решения, представляют задачи нерегулярного размещения геометрических объектов в заданных областях. Дело в том, что область размещения и размещаемые объекты могут иметь достаточно сложную геометрическую форму. Поэтому геометрические ограничения, определяющие условия размещения объектов в области, а также условия взаимных размещений объектов между собой, могут быть достаточно сложными, и построение их является серьезной математической задачей. Фундаментом исследований в этом направлении стала разработанная Ю.Г. Стояном теория Ф-функций, которая дала возможность аналитически описывать условия взаимного расположения объектов. В отличие от эвристических методов, основанных на no-fit polygons, Ф-функции позволяют строить математические модели оптимизационных задач размещения в виде задач условной оптимизации. В настоящее время очевидна необходимость совершенствования имеющихся методов, а также разработки новых методов с оценками близости получаемого решения к глобальному или локальным экстремумам задачи. В связи с этим предлагается следующий подход. Метрические характеристики размещаемых объектов принимаются переменными. Для построения начальных точек генерируется случайное размещение объектов. Для того чтобы из сгенерированной точки перейти к точке из области допустимых решений последовательно решаются две подзадачи нелинейного программирования. В этих подзадачах переменными являются параметры размещения объектов и их метрические характеристики. Целью решения первой подзадачи является получение такого размещения объектов с переменными метрическими характеристиками, при котором объекты не будут иметь взаимных пересечений и будут расположены в области размещения. Целью решения второй подзадачи является поиск такого размещения объектов в области размещения, при котором сумма их метрических характеристик была бы максимальной. Для поиска глобального максимума второй подзадачи предлагается специальный подход, который обеспечивает переход от одного локального максимума к другому локальному максимуму с большим значением функции цели.

Шаронова Н.В., Козуля М.М.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна

Ентропійна оцінка факторів визначення ступеню хвороби й груп захворювання

Актуальність дослідження. Полягає у вирішенні проблемних питань медичної практики стосовно теоретичного обґрунтування моделі ідентифікації факторів, які відповідають за певний ступінь прояву захворювання і визначають групу протікання хвороби з остаточним діагнозом стану організму людини.

Мета дослідження. Формування методів і моделі з оцінки стану здоров'я людини (рівня її захворюваності) на основі ентропійного підходу за умови розв'язання таких задач:

1. дослідження стохастичної природи захворювання і визначення гіпотези про його вірогідну природу;
2. формування ентропійної моделі виявлення факторів поважності (небезпечності) захворювання і груп наслідків;
3. практичне опробування моделі на базі якісних даних спостережень за розвитком дитячого церебрального паралічу (ДЦП).

Методика дослідження і аналіз результатів. Захворювання визначається станом життєвого процесу, пов'язаного з просторовим ареалом, соціальним, економічним середовищем і умовами природної еволюції. Важливу роль відіграють такі фактори як стиль життя, рівень культури, можливості охорони здоров'я. Для уникнення важкості врахування усіх можливих впливів на стан організму людини і формування певної схильності до хвороби встановимо, що не існує абсолютно детермінованого знання природи (причин, факторів, полій) хвороби, хоча мають місце причини і її наслідки. Хвороба стосується дестабілізації квазистаціонарного стану організму як біохімічної складної системи, що запропоновано покласти в основу моделювання механізмів хвороби. Гіпотеза про виникнення вірогідних процесів порушення стану здоров'я внаслідок зовнішніх і внутрішніх впливів на організм людини дозволяє звернутися до теорії імовірності. Для моделювання і вивчення прояву кількісних показників і параметрів хвороби запропоновано скористатися принципом максимізації ентропії [1].

Імовірність перебігу процесів в організмі людини при виникненні певних відхилень у стані чи функціонуванні органів і систем визначено у такій послідовності [2]:

1) середньоквадратичне відхилення порушень стану від мінімально зафіксованого

$$\sigma(X) = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{\text{length}(X)-1}(X_i - \min(X))^2}{\text{length}(X) - 1}}. \tag{1}$$

2) імовірність відхилення порушень від мінімально можливих змін

$$P(X, x1, x2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma(X)}\Big[\frac{-1}{2}\,\text{erf}\Big(\sqrt{2}\frac{-\max(X)+\min(X)}{\sigma(X)}\Big)\frac{\pi}{2}\sqrt{2}\sigma(X) + \\ + \frac{1}{2}\,\text{erf}\Big(\frac{1}{2}\sqrt{2}\frac{-\text{mean}(X)+\min(X))}{\sigma(X)}\Big)\frac{\pi}{2}\sqrt{2}\sigma(X)\Big] \tag{2}$$

3) ризик дестабілізації організму виду інформаційної ентропії

$$S(P) = \ln P(X, x_1, x_2), Risk = S1 = -P(x)\ln[P(X)] \tag{3}$$

де $S(P)$ – ентропійна оцінка порушень, $Risk$ – інформаційна ентропія як узагальнена характеристика рівня небезпеки.

Стан системи визначається за оцінкою імовірності відхилення порушень від стану квазистабільності організму:

1. середньоквадратичне відхилення від стабільного стану

$$\sigma\sigma(X) = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{\text{length}(X)-1}(X_i - 0)^2}{\text{length}(X) - 1}} \tag{4}$$

2. імовірність відхилень від нормативних відповідностей (обмежень)

$$P(X, x1, x2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma\sigma(X)}\Big[\frac{-1}{2}\,\text{erf}\Big(\sqrt{2}\frac{-\max(X)+0}{\sigma\sigma(X)}\Big)\frac{\pi}{2}\sqrt{2}\sigma\sigma(X) + \\ + \frac{1}{2}\,\text{erf}\Big(\frac{1}{2}\sqrt{2}\frac{-\min(X)+0}{\sigma\sigma(X)}\Big)\frac{\pi}{2}\sqrt{2}\sigma\sigma(X)\Big] \tag{5}$$

3. ентропійна оцінка екологічної небезпеки як рівень невпорядкованості системи

$$SS(X) = \ln[PP(X)], Risk = -PP(X)\cdot\ln[PP(X)] \tag{6}$$

Вважаючи імовірність відхилення від фонового стану більше ніж 0,2 вагомим, визначають фактори дестабілізації стану організму і формування певної групи здоров'я. Послідовний аналіз дестабілізуючих параметрів і програмна реалізація пошуку ризику здоров'ю до-зволила отримати сходні результати. Наприклад, у групі «не ходьба» за статистичною обро-бкою даних маємо $p = 1.93\text{ВЖК3} + 2.28\text{ПВИ} + 0.0006$.

Саме такі фактори визначають ризик потрапляння в дану групу. (рис.1)

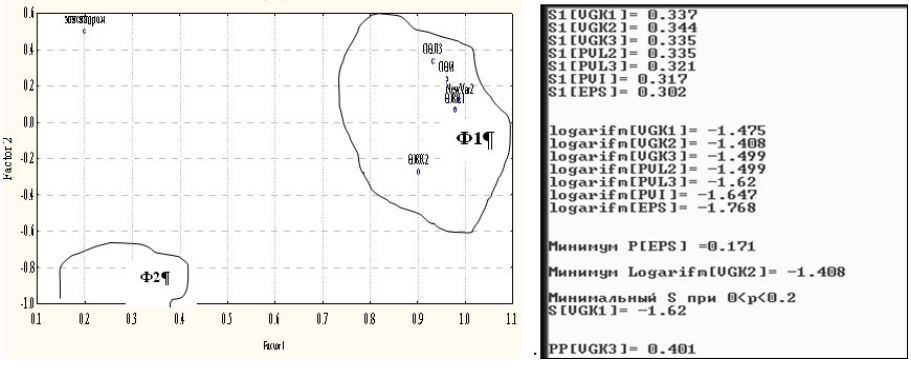


Рис. 1. Взаємозалежність факторів групи «не ходьба», ризик-аналіз

Висновки. 1. Визначення властивостей процесу захворювання показало, що для макрорівня аналізу явища розглядають багаточисельні індивідуальні випадкові й незалежні події, які є відображенням стану організму і характеризуються апріорними ймовірностями. 2. Оскільки організм через деякий час стабілізується після хаосу на певному рівні та зміні ентропії організму досягають нульової міри, то генерована множина макрорівня параметрів стану визначається функцією нормального розподілу (рівняння (2) і (4)). Імовірнісні характеристики при достатньо великому обсязі множини окремих ефектів мають «гострий» максимум, що дозволяє постулювати реалізованість одного макрос тану, який відповідає ма-ксимуму ентропії. 3. Дослідження специфіки фактів прояву ДЦП встановило, що суттєвими при реалізації трьох груп макростанів організму як квазистабільності після захворювання (ходьба, вспопм_ходьба і не ходьба) є внутрішньо шлунковий крововилив 1, 2 ступеню (VGK1, VGK2), ПВ лейкомалація 2-го ступеню (PVL2), а також гендерний вік за полом дитини – найбільш уразливі хлопчики 31-го тижня.

Література. **1.** Попков Ю. С. Энтропийные модели индикаторов смертности / Ю. С. Попков // Труды ИСА РАН. – 2011. –Т. 61.– № 4. – С. 94–103. **2.** Козуля Т. В. Практична реалізація концепції корпораційної екологічної системи для інтегральної оцінки екологічного ризику здоров'ю / Т. В. Козуля, Н. В.Шаронова //Системні дослідження та інформаційні технології. – 2010. – № 4. – С. 100–109.

Шафеев Р.А. *— рецензент Любчик Л.М.*

Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Разработка SaaS сервиса для решения динамической задачи маршрутизации

Рассматриваются принципы построения SaaS сервиса для диспетчерского управления транспортными логистическими процессами автопредприятия. Под управлением понимается автоматическое распределение поступивших заказов на использование автотранспорта между единицами автопарка в реальном времени. Предлагается метаэвристический алгоритм для решения динамической задачи маршрутизации, которая описывает процесс распределения поступивших заказов.

Введение. Эффективным средством решения задач диспетчерского управления является комплексное использование моделей оптимизации движения автотранспортных средств (АТС), систем мониторинга, современных информационных технологий на основе сетей ЭВМ и телекоммуникаций. Повышение эффективности управления автотранспортным предприятием является не только актуальной экономической проблемой, направленной на сокращение транспортных и эксплуатационных затрат, но и важной социальной задачей, обеспечивающей более высокое качество обслуживания, сокращение времени ожидания АТС, снижение тарифов и др. В настоящее время автопредприятия активно используют диспетчерские центры для управления и слежения за своим транспортом с целью оптимизации транспортных расходов. Однако план обслуживания клиентов составляется заранее и, как правило, дальнейшие его изменения производятся диспетчером в ручном режиме. Во время выполнения транспортного плана возможны такие изменения запросов клиентов и пропускной способности передвижения транспорта, что текущий план обслуживания клиентов не будет являться оптимальным. Поэтому актуальной является задача построения информационной системы, которая позволит автоматизировать процесс распределения АТС в реальном времени.

Формальная постановка задачи. Необходимо разработать алгоритмы и программное обеспечение для построения SaaS сервиса с целью диспетчерского управления автопредприятием. Под управлением в данном случае понимается автоматическое распределение поступивших заказов на использование автотранспорта между единицами автопарка в реальном времени. Причем, в некоторых заявках могут быть заданы ограничения по времени (временной интервал, в течение которого АТС должно прибыть к заказчику) предоставления услуг перевозки груза. Для оптимального распределения АТС требуется разработать алгоритм решения задачи маршрутизации. Первичная цель при решении данной задачи – минимизировать общую стоимость перевозок, вторичная – минимизировать общее количество транспортных средств.

Алгоритм распределения заявок. Задачу автоматизации процесса распределения АТС между заказами клиентов, учитывающие время, в течение которого должен быть обслужен клиент, относят к классу задач маршрутизации с ограничениями по времени [1]. Для решения задач маршрутизации был разработан метаэвристический алгоритм, в основу которого положен алгоритм поиска с запретами [2]. Его основное отличие от метода локального поиска заключается в том, что данный метод, благодаря такому инструменту, как список запретов, позволяет продолжать поиск после нахождения локального оптимума, тем самым, расширяя пространство поиска и увеличивая шансы найти глобальный оптимум [3]. Под списком запретов понимается упорядоченный список направлений, по которым запрещено движение на следующем шаге. Для инициализации алгоритма требуется начальное решение, которое можно получить с помощью одного из методов конструирования маршрутов. Суть этих методов заключается в том, что решение строится путем последовательного добавления еще не рассмотренных клиентов к одному из маршрутов по заданным правилам. В данной работе для инициализации начального решения был выбран метод Соломона.

Модификация алгоритма поиска с запретами основана на гипотезе о большой долине.

Согласно этой гипотезе, в среднем локальные оптимумы располагаются значительно ближе к глобальному, чем случайно выбранная точка [4]. Существует определенная концентрация локальных оптимумов в малой части допустимой области, которую образно называют большой долиной. Если это предположение верно, то целесообразно запоминать оптимальные решения и на их основе конструировать новое начальное решение. Воспользуемся основной идеей генетического алгоритма. На первом шаге из полученных решений формируется упорядоченная популяция с применением сортировки по значению целевой функции. Каждое решение попадает в популяцию с заданной вероятностью, причем вероятность выбора уменьшается с ростом порядкового номера. Затем выполняется скрещивание решений по следующему правилу: случайным образом из первого решения выбирается один маршрут, затем из второго решения выбирается маршрут, который не включает в себя клиентов первого маршрута и т.д. Оставшиеся клиенты добавляются методом Соломана к выбранным маршрутам.

В отличие от статической задачи, параметры которой известны до начала ее решения и не изменяются, ни во время ее решения, ни во время выполнения, в динамической задаче условия могут меняться во время двух перечисленных выше этапов. Главными динамическими элементами задачи являются время передвижения между пунктами назначения и запросы клиентов. Динамическая задача маршрутизации рассматривается как серия статических, где очередная статическая задача возникает при критическом отклонении времени доставки грузов от допустимых значений или изменении запросов клиентов.

Тестовые задачи. Для оценки эффективности предложенной схемы алгоритма распределения заявок были решены тестовые задачи, разработанные Тейлардом и Голденом [5, 6] с их дальнейшим сравнением с уже известными лучшими решениями данных задач. Согласно полученным результатам, алгоритм позволил уменьшить общее количество АТС без значительного увеличения пройденного расстояния. Также в процессе вычислительных экспериментов были определены оптимальные значения настроечных параметров алгоритма, при которых найденное решение чаще всего было близко к глобальному оптимуму.

SaaS сервис. Информационная система состоит из четырех основных компонентов:

1. Web интерфейс. Позволяет контролировать передвижения автомобилей, управлять клиентскими заявками и распределять их между АТС;
2. Навигационные контроллеры внедренные в АТС. В процессе эксплуатации автотранспорта выполняют передачу данных о своем местоположении на сервер в виде географических координат;
3. Коммуникационный сервер, обеспечивающий связь между диспетчерами и навигационными контроллерами.
4. Логистический модуль, в основу которого лег предложенный алгоритм решения динамической задачи маршрутизации.

Вывод. С использованием результатов выполненных теоретических и экспериментальных исследований было разработано математическое и программное обеспечение для информационной системы диспетчерского управления автопредприятием на базе мультиканальных навигационных терминалов.

Литература. **1.** Braysy O. Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part I: Route Constuction and local algorithms / O. Braysy, M. Gendreau // Transportation science. — 2005. — Vol.39 №.1. — p. 104—118. **2.** Groer C. Parallel and serial algorithms for vehicle routing problems — dissert. Doctor of Philosophy — Robert H. Smith School of Business. — 2008. — 456 p. **3.** Sean Luke. Essentials of Metaheuristics — Department of Computer Science George Mason University. — 2012. — 241 p. **4.** Кочетов Ю. А. Вероятностные методы локального поиска для задач дискретной оптимизации. — М.: Изд-во центра прикл. исслед. при мех-мат. фак. МГУ, 2001. — с. 82—117. **5.** VRP benchmarks / E. Taillard : http://mistic.heig-vd.ch/taillard. **6.** Golden B. The impact of metaheuristics on solving the vehicle routing problem: Algorithms, problem sets and computational results // Fleet Management and Logistics, Kluwer, Boston. — 1998. — p. 33—56.

Шевчук О.А.
Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

Математические модели и алгоритмы трехуровневой системы принятия решений при планировании строительно-монтажных работ

Функциональные особенности программных комплексов, используемых большинством отечественных строительно-монтажных организаций (СМО) сегодня, не предназначены для решения задач планового управления строительством. Актуальной является разработка специального математического и программного обеспечения системы, которая позволит оценить уровень риска при заключении договоров и планировать организацию строительного процесса.

Целью работы является разработка математических моделей и алгоритмов системы принятия решений при планировании строительно-монтажных работ.

Планирование и организация работ в строительстве рассматривается как двухуровневая система управления. На верхнем уровне необходимо формально представить график выполнения этапов строительства, исходными данными для которого являются позиции портфеля заказов; на нижнем уровне – особенности выполнения работ по каждому этапу строительства. В связи с тем, что выполнение и завершение строительно-монтажных работ (СМР) по объектам предусматривают длительные сроки, рассмотрены задачи планирования на год, квартал, месяц. В соответствии с этим рассматривается трехуровневая система принятия решений при планировании СМР.

Для определения однотипных работ по портфелю осуществлена классификация объектов строительства. В соответствии с признаками однородности (по количеству этажей, по наличию каркаса, в зависимости от материалов и деталей, из которых должны сооружаться объекты), все объекты строительства разделены на классы.

Логико-формальное представление k-го класса объектов:

$$B_k = \bigcap_{l,t} B_{l,t},\ l = \overline{1,3},\ t = \overline{1,T}. \tag{1}$$

В общем виде формальная постановка задачи планирования на год представлена функционалом вида

$$I_1 = F_1(Y_1) \to \max_{Y_1}, \tag{2}$$

где I_1 – валовая прибыль предприятия,

Y_1 – совокупность показателей, определяющих график выполнения работ СМО по объектам и этапам с оценкой доходной, расходной части этих работ.

При этом имеет место ограничение:

$$T_m^{jk} \leqslant SD_m, \tag{3}$$

где T_m^{jk} – время выполнения j-го этапа m-го объекта k-го класса;

SD_m – договорные сроки выполнения работ по m-му объекту.

Годовая программа разбивается на квартальные и сопровождается актами о приемке выполненных работ и соответствующими справками о стоимости выполненных работ и затратах. При этом необходимо учитывать выполнение этапов работ каждого квартала: начаты, завершены, переходят на следующий квартал.

Формальная постановка задачи планирования на квартал представлена в виде

$$I_{2n} = F_2(Y_{2n}) \to \max_{Y_{2n}}, \tag{4}$$

где I_{2n} – валовая прибыль предприятия за квартал n, $n = \overline{1,4}$;

Y_{2n} – совокупность показателей, определяющих график выполнения работ участками строительства по объектам и этапам с оценкой доходной, расходной части этих работ.

При этом имеют место следующие ограничения:

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

$$\sum_{n=1}^{4}(Y_{2n}^{*}) \leqslant Y_{1}^{*}, \tag{5}$$

$$T_{m}^{j} \leqslant T_{m}^{jk}, \tag{6}$$

$$T_{m}^{j} \leqslant T_{n}^{qr}. \tag{7}$$

где Y_{2n}^{*}, Y_{1}^{*} – оптимальные решения задач планирования на квартал и год соответственно;

T_{m}^{j} – время выполнения j-го этапа m-го объекта;

T_{n}^{qr} – длительность квартала n.

На основании решения задачи квартального планирования, составляется план предприятия на месяц. При этом рассчитывается, какие именно СМР будут выполнены полностью в данном месяце, какие перейдут на следующий месяц, а какие будут только начаты.

В общем виде формальная постановка задачи планирования на месяц представлена функционалом вида

$$I_{3p} = F_{3}(Y_{3p}) \to \max_{Y_{3p}}, \tag{8}$$

где I_{3p} – валовая прибыль предприятия за месяц p, $p = \overline{1,12}$;

Y_{3p} – совокупность показателей, определяющих график выполнения конкретных работ на участках с оценкой доходной, расходной части.

Также имеют место следующие ограничения:

совокупная прибыль предприятия по месяцам квартала не может быть меньше решения задачи (4)

$$\sum(I_{3p}) \leqslant I_{2n}; \tag{9}$$

СМР должны быть выполнены в рамках планируемого месяца:

$$T(R_{i}(j)) \leqslant T_{p}^{mon}, \tag{10}$$

где $T\big(R_{i}(j)\big)$ – время выполнения i-ой работы j-го этапа;

T_{p}^{mon} – месяц p соответствующего квартала;

для выполнения СМР может использоваться только имеющаяся на предприятии техника с учетом наемной

$$ZagrT\big(R_{i}(j)\big) \leqslant ZagrT, \tag{11}$$

где $ZagrT\big(R_{i}(j)\big)$ – техника, необходимая для выполнения i-ой работы j-го этапа;

$ZagrT$ – техника предприятия, с учетом наемной.

При условии согласования оптимальных решений определяются оптимальные графики загрузки структурных единиц предприятия. При этом решения согласовываются между собой и сверяются с техническими возможностями (наличие строительной техники и механизмов) СМО. Определяются резервы производственных мощностей.

Научная новизна заключается в постановке задач планирования трехуровневой системы принятия решений. *Практичная значимость* – получен инструментарий принятия решений при выполнении строительно-монтажных работ.

Юрченко И.В., Ясинский В.К.
Черновицкий национальный университет им. Юрия Федьковича, Черновцы,Украина

О поведении решения линейного автономного стохастического уравнения в частных производных со случайными параметрами в правой части

После введения понятия стохастического дифференциала и интеграла, определения сильного решения стохастического дифференциального уравнения в известных монографиях [1–3] и их дальнейшее распространение на классы стохастических диффференциально-функциональных уравнений [4] (см. приведенную обширную библиографию в этих работах) стало возможным исследование асимптотически сильного решения для стохастического дифференциального уравнения с частными производными (ЛСДУсЧП) с учетом случайных параметров в правой части. (см. [5], [6] и др.).

Рассмотрим стохастический эксперимент с базовым вероятностным пространством $(\Omega, \mathcal{F}, F, \mathbb{P})$, $F \equiv \{\mathcal{F}_t, t \geqslant 0\}$ – фильтрация, где задана функция $u(t,x,\omega)$, измеримая с вероятностью единица по t и x относительно минимальной σ-алгебры $\mathcal{B}\left([0,T], \mathbb{R}^1\right)$ – борелевских множеств на плоскости и для которой $\int\limits_{-\infty}^{+\infty} \mathbb{E}\left\{|u(t,x,\omega)|^2\right\} dx < \infty$ для всех $t \in [0,T]$, $\mathbb{E}\{\cdot\}$ — математическое ожидание, $T \subset [0,\infty)$. Пространство функции $\{u(t,x,\omega)\}$, обладающее свойством интегрируемости, обозначим через $\mathfrak{M}_T$. В пространстве $\mathfrak{M}_T$ следует ввести норму вида

$$\|u(t,x,\omega)\|^2 \equiv \int\limits_0^T \mathbb{E}_u(t)dt = \int\limits_0^T \mathbb{E}\left[\int\limits_{-\infty}^{+\infty} |u(t,x,\omega)|^2 dx\right]^2 dt.$$

Обозначим через $Q(A,q,p) \equiv \sum\limits_{k=1}^{n}\sum\limits_{j=1}^{m} a_{kj} q^k p^j$, где $A \equiv \{a_{kj}\}$ – действительная матрица размерности $n \times m$, составленная из элементов $a_{kj} \in \mathbb{R}^1$. Рассматриваем на $(\Omega, \mathcal{F}, F, \mathbb{P})$ задачу Коши для ЛСДУсЧП вида

$$\frac{\partial}{\partial t}\left[Q\left(A, \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial x}\right) u(t,x,\omega)\right] + Q\left(B, \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial x}\right) u(t,x,\omega) =$$

$$= \varphi(\xi(\omega))\, Q\left(C, \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial x}\right) u(t,x,\omega)\, \frac{dw(t,\omega)}{dt},\ Q\left(A, \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial x}\right) u(t,x,\omega)\Big|_{t=0} = [Qu]_0,$$

$B \equiv \{b_{ij}\}_{i,j=1}^{k,n}$, $b_{ij} \in \mathbb{R}^1$; $C \equiv \{c_{ij}\}_{i,j=1}^{k,n}$, $c_{ij} \in \mathbb{R}^1$, $\varphi(\cdot)$ — бэровская функция с областью значений $\mathbb{R}^1$, $\xi(\omega)$ — случайная величина, заданная плотностью $p_\xi(x)$ (или функцией распределения), $w(t,\omega)$ — одномерный винеровский процесс, причем $\xi(\omega)$ не зависит от $w(t,\omega)$.

Получены достаточные условия в терминах коэффициентов ЛСДУсЧП асимптотической устойчивости и неустойчивости в среднем квадратическом сильного решения этого уравнения.

Литература. **1.** Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения и их применение.– К.: Наук. думка, 1980.– 612 с. **2.** Гихман И.И., Скороход А.В. Управляемые случайные процессы.– К.: Наук. думка, 1977.– 251 с. **3.** Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения с частными производными.– К.: Ин-т математики АН УССР.– 1981.– С.25–59. **4.** Царьков Е.Ф., Ясинский В.К. Квазилинейные стохастические дифференциально-функциональные уравнения.– Рига: Ориентир, 1992.– 301 с. **5.** Перун Г.М., Ясинский В.К. Исследование задачи Коши для стохастических уравнений в частных производных // Укр. мат. журн.– 1993.– Т.45, № 9.– С.1773–1781. **6.** Юрченко И.В., Ясинский Е.В. Поведение второго момента решения линейного автономного стохастического уравнения в частных производных со случайными параметрами в правой части // Системный анализ и информационные технологии: материалы 14-й Междунар. научно-техн. конференции SAIT'2012 (24 апреля 2012 года., Киев).– Киев: УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2012.– С.151.

Якимчук В.Г., Суханов К.Ю., Порушкевич А.Ю.
Государственное учреждение "Научный центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук НАН Украины", Киев, Украина

Дешифрирование гиперспектральных изображений урболандшафтов с использованием спектрального соответствия

В анализе гиперспектральных изображений существует класс методов [1], которые эффективно используют информацию о спектральных сигнатурах - методы спектрального соответствия. Такие методы принадлежат к контролируемому подходу к распознаванию образов. Они определяют меры сходства между неизвестными пикселей и цели ссылки. В этих методах используется минимум информации об исследуемых классах, что очень важно при обработке большого объема данных. Для анализа гиперспектральных данных существует две меры сходства категорий: стохастическая и детерминированная.

В первой мере сходства категорий используются данные выборки как информация для которой определяются некоторые спектральные критерии информации, такие как дивергенция, вероятность, энтропия и т.д. Напротив, во втором случае детерминированные категории определяются для измерения сходства. Примером таких критериев может служить спектральное расстояние, спектральная корреляция, спектральный угол и т.д. между неизвестными спектрами анализируемых пикселей и эталонными.

В известных программных продуктах для обработки и анализа космических снимков таких, например, как ENVI [3], среди прочих используется метод наименьших квадратов. Однако, если в анализируемом спектре будет произвольная постоянная фоновая величина (константа), то метод наименьших квадратов не даст желаемый результат [2]. Предлагается метод, который позволяет разложить такой спектр на составляющие.

Постановка задачи. Разложить измеренный спектр излучения пикселя гиперспектрального снимка на составляющие спектры эталонных компонентов, т.е. спектры растительности, природных и антропогенных комплексов для задачи дешифрирования снимка.

Исходные данные.

1. Гиперспектральный космический снимок части территории г. Киева полученный с гиперспектрального сенсора Hyperion, с пространственным разрешением 30 м, установленным на космическом аппарате EO-1, дата съемки – 01 сентября 2002 [4].
2. Спектры излучения исследуемых объектов из эталонных объектов снимка или (и) библиотеки [5].

Метод решения. Идея предлагаемого алгоритма поиска концентраций составляющих с известными эталонными спектрами заключается в максимизации коэффициента корреляции (МКК) между измеренным спектром и взвешенной суммой эталонных спектров, умноженных на весовые коэффициенты, которые необходимо найти. После нахождения максимума коэффициента корреляции необходимо получить масштабный коэффициент между исходной функцией и взвешенной суммой функций. Произведение масштабного коэффициента на весовые коэффициенты эталонных функций, полученных при максимизации коэффициента корреляции и будет решением поставленной задачи.

Возможна также модификация этого алгоритма - минимизация среднеквадратичного отклонения между взвешенной суммой спектров и измеренным спектром. Для такого случая поиск масштабного коэффициента не нужен, однако для реализации данного алгоритма существует проблема выбора начальных значений для итерации.

Алгоритм. Сопоставим каждому весовому коэффициенту a_i отдельную ось в многомерном декартовом пространстве A. Тогда решением задачи будет такая точка $a = (a_1, a_2, \ldots, a_n)$ в этом пространстве, в которой коэффициент корреляции R между взвешенной суммой функций $f_i(\lambda)$ и функцией $f_0(\lambda)$ будет максимален.

$$f(\vec{a}) = \sum_{i=1}^{n} a_i f_i(\lambda), \vec{a} = (a_1, a_2, \ldots, a_n)$$

$$R(\vec{a}) = R_\lambda \{f(\vec{a}), f_0(\lambda)\}$$

$$\max \{R(\vec{a})\} \quad (1)$$

Учитывая то, что коэффициент корреляции между двумя функциями $f_1(\lambda)$ и $f_2(\lambda)$ инвариантен к масштабу значений этих функций, выражение (1) будет множество решений, представляющих собой некоторую прямую. Любая точка $(a_1, a_2, \ldots, a_n)$ этой прямой будет удовлетворять условию (1).

Ограничим множество решений только одной точкой. Для этого рассмотрим в декартовом пространстве A коэффициентов гиперсферу с произвольно выбранным радиусом K. Тогда точка пересечения прямой, состоящей из множества точек решений $(a_1, a_2, \ldots, a_n)$, и гиперсферы будет единственным решением для этой гиперсферы. Это решение можно представить в виде базисного вектора.

Зададим на гиперсфере начальную точку t_0 в области, ограниченной точками $(K, 0, \ldots, 0)$, $(0, K, \ldots, 0)$, $\ldots$, $(0, 0, \ldots, K)$. От этой точки проведем дуги к точкам $(K, 0, \ldots, 0)$, $(0, K, \ldots, 0)$, $\ldots$, $(0, 0, \ldots, K)$.

1. На этих дугах на некотором расстоянии d от выбранной начальной точки отложим точки $t_i (i = 1 \ldots n)$.
2. Для всех точек $t_i (i = 1 \ldots n)$ вычислим коэффициенты корреляции R_i.
3. Выберем точку с максимальным коэффициентом корреляции t_max.
4. Если точка с максимальным коэффициентом корреляции t_i не равна t_0, то для этой точки выполним шаги 1-4. Иначе, если точка t_max равна t_0, то уменьшим d и повторим вычисления. Вычисления будут продолжаться до тех пор, пока d не окажется меньше или равна заданной точности.

Реализация и использование алгоритма. В пределах г. Киева были выделены урбанизованные ландшафты, которым присуща различная комбинация элементарных ландшафтов: новая многоэтажная застройка, незастроенные открытые территории, лесопарковая зона, центральная плотно застроенная часть города, лесные массивы. Анализ результатов вычисления МКК на указанных ландшафтах показал, что МКК могут служить в качестве инструмента для классификации описанных выше урболандшафтов.

Проверка предложенного метода была выполнена на ландшафтах, которые представляют собой территории с отдельными деревьями и их группами и участки песчаного грунта. Результаты их классификации, т.е. к каким классам отнесены анализируемые ландшафты такие: отдельные деревья и их группы оказались наиболее близкими к ландшафту класса лесные массивы, участки песчаного грунта - к классу незастроенные открытые территории. Для более успешного применения алгоритма ММК необходимо расширит базу эталонных объектов.

Литература. **1.** Landgrebe D. Hyperspectral image data analysis. / Landgrebe D. // Signal Processing Magazine, IEEE. — IEEE Signal Processing Society, 2002. — Vol. 19, issue 1. — pp. 17-28. **2.** Chein-I C. Hyperspectral Imaging: Techniques for Spectral Detection and Classification. / Chein-I Chang. — Springer, 2003. — 367 p. — ISBN 0306474832. **3.** ENVI Tutorial: Selected Hyperspectral Mapping Methods. ***[Електронний ресурс]:*** — Режим доступу: http://www.exelisvis.com/portals/0/tutorials/envi/Mapping_Methods.pdf. **4.** USGS Global Visualization Viewer ***[Електронний ресурс]: EO-1 Hyperion*** — Режим доступу: http://glovis.usgs.gov/. **5.** USGS Digital Spectral Library. ***[Електронний ресурс]:*** — Режим доступу: http://speclab.cr.usgs.gov/spectral-lib.html.

Якунин М.А.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Обеспечение рационального уровня информированности ЛПР в процессе функционирования СТС

При сопровождении функционирования сложных технических систем (СТС) необходимо своевременно принимать решения, обеспечивающие живучесть функционирования системы. Обоснованность, достоверность и эффективность решения прикладных системных задач непосредственно зависят не только от количества информации, но и от ее качественных характеристик. Отсюда следуют принципиально новые требования, как к оцениванию исходной информации, так и к проблеме принятия решений ЛПР относительно поведения рассматриваемой системы. Определяющими, наиболее важными свойствами с позиции принятия решения ЛПР, являются полнота, достоверность и своевременность информированности. Эти свойства непосредственно зависят от уровня информированности, который рассматривается как показатель уровня знаний о предмете анализа или объекте исследований, и характеризуются величиной изменения уровня неопределенности знаний в результате получения информации [1].

Для обеспечения гарантированной безопасности функционирования СТС [2] необходимо в реальном режиме времени выполнять обеспечение рационального уровня информированности ЛПР при распознавании ситуации, что обуславливает требования определения рационального уровня интегрального показателя информированности $\overline{U}_\tau$, при котором с практически допустимым уровнем достоверности обеспечивается распознавание каждой ситуации $S_k^\tau \in S_\tau$ и определение степени $\eta_{q_k}^\tau$ и уровня $W_{q_k}^\tau$ риска ситуации $S_k^\tau \in S_\tau$. При этом интегральный показатель информированности является функцией отдельных качественных показателей, а именно: полноты, достоверности и своевременности информированности. В свою очередь, эти частные показатели являются функциями информационных векторов и времени. Особое значение имеет зависимость интегрального показателя информированности ЛПР от времени [3]. Это обусловлено тем, что интегральный показатель имеет сложную зависимость от времени, поскольку показатели полноты и достоверности являются возрастающими функциями времени, а показатель своевременности – убывающей функцией времени с пороговым ограничением. Пороговое ограничение принципиально не устранимо, что обусловлено наличием в процессе изменения ситуаций риска критического момента T_{cr}, в который наступает аварийная или катастрофическая ситуация. Отсюда следует, что решение по предотвращению нежелательных последствий необходимо формировать, принимать и реализовывать своевременно, до критического момента. Поэтому необходимо решение задачи определения рационального уровня информированности при пороговом ограничении времени. Решение этой задачи позволит определить рациональный компромисс между уровнем информированности $\overline{U}_k^*$ и длительностью $\hat{T}_k^*$ поиска дополнительной информации, при котором с допустимым уровнем достоверности до наступления критического момента времени T_{cr} обеспечивается распознавание каждой ситуации $S_k^\tau \in S_\tau$ и определение степени и уровня риска каждой ситуации $S_k^\tau \in S_\tau$.

Предлагаемый методологический аппарат информационного анализа создает возможность обеспечить существенное повышение живучести, безопасности функционирования сложных технических систем. Это может быть достигнуто за счет своевременного обнаружения и оперативного предотвращения причин и факторов, которые могут привести к нештатному режиму работы, аварии или катастрофе.

Литература. **1.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. – Киев: Изд-во Наук.думка – 2011. – 743 с. **2.** Панкратова Н.Д. Системная стратегия гарантированной безопасности функционирования сложных технических систем // Кибернетика и системный анализ, №2. – 2010. – С.81–91. **3.** Zgurovsky M.Z., Pankratova N.D. System analysis: Theory and Applications. Springer.– 2007. – 475 p.

Ясинський В.К.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, Україна

Про існування та стійкість сильного розв'язку стохастичної дифузійної системи випадкової структури з післядією під впливом марковських перемикань

На ймовірнісному базисі $(\Omega, \mathfrak{F}, \{\mathcal{F}_t, t \geqslant 0\}, \mathbb{P})$ задано стохастичне диференціально-функціональне рівняння зі скінченною післядією, при $t \geqslant t_0 \geqslant 0$ задовольняє з ймовірністю одиниця інтегральне рівняння

$$x(t) = x(s) + f_1(\alpha)\int_s^t a(\tau, x_\tau, \xi(\tau))d\tau + f_2(\alpha)\int_s^t b(\tau, x_\tau, \xi(\tau))dw(\tau) + \tag{1}$$

$$+ f_3(\alpha)\int_s^t\int_U c(\tau, x_\tau, \xi(\tau))\tilde{\nu}(du, dt)$$

для всіх $s \in [t_k, t_{k+1})$, $t_k \geqslant t_0 \geqslant 0$, при цьому

$$x(t_k) = x(t_{k^-}) + g(t_{k^-}, x(t_{k^-}), \xi(t_{k^-}), \eta_k), \tag{2}$$

де $x(t) \equiv x(t, \omega) : [0, \infty) \times \Omega \to \mathbb{R}^n$; $x_t \equiv x(t + \theta), -\tau \leqslant \theta \leqslant 0 \in \mathbb{D} \equiv \mathbb{D}((-\infty, 0)$, $\mathbb{D}$ - простір Скорохода [1] неперервних справа функцій, що мають лівосторонні границі.

Нехай:

1. вимірні за сукупністю змінних відображення $a, b : \mathbb{R}_+ \times \mathbb{D} \times \mathbb{Y} \to \mathbb{R}^n$; $c : \mathbb{R}_+ \times \mathbb{D} \times \mathbb{Y} \times \mathcal{U} \to \mathbb{R}^n$, $\mathcal{U} \subset \mathbb{R}^n$; $g : \mathbb{R}_+ \times \mathbb{D} \times \mathbb{Y} \times \mathcal{H} \to \mathbb{R}^n$, $\mathcal{H} \subset \mathbb{R}^n$, які задовольняють за другим аргументом умову Ліпшиця [2] та умову
$$|a(t, 0, y)| + |b(t, 0, y)| + |c(t, 0, y, u)| + |g(t, 0, y, h)| = 0;$$
2. $w(t) \equiv w(t, \omega) : [0, \infty) \times \Omega \to \mathbb{R}^n$ - n-вимірний стандартний вінерів процес; $\tilde{\nu}(du, dt) \equiv \nu(du, dt) - \mathrm{E}\nu(du, dt)$ - центрована пуасонова міра [1], що не незалежать від $w(t)$ при $t \in [0, \infty)$;
3. $\xi(t) : [0, \infty) \times \Omega \to \mathbb{Y} \subset \mathbb{R}^n$ - марковський процес з перехідною ймовірністю $P(s, y, t)$; $\{\eta_k, k \geqslant 0\}$ - ланцюг Маркова зі значеннями в метричному просторі $\mathcal{H} \subset \mathbb{R}^n$ з перехідною ймовірністю на k-му кроці $P_k(h, G), G \subset \mathbb{R}^n$, які незалежні $\forall t \in [0, \infty)$;
4. $f_i(\cdot)$ - борелеві функції; $\alpha \equiv \alpha(\omega)$ - одновимірна випадкова величина з законом розподілу $F_\alpha(x) \equiv \mathbb{P}\{\omega : \alpha < x, \forall x \in \mathbb{R}^n\}$, причому вона не залежить від w та $\tilde{\nu}$, ξ, $\{\eta_k\}$.

Умови 1)-4) щодо a, b, c і g гарантують існування та єдиність сильного розв'язку задачі Коші (1)-(2) з точністю до стохастичної еквівалентності для будь-яких $t_0 \geqslant 0$, $x_0 \in \mathbb{R}^n$ та заданих реалізацій марковських ланцюгів $\{\eta_k\}$ [3].

Теорема 1. Нехай:

1. виконуються умови 1)-4);
2. існує додатньо-визначена послідовність функціоналів Ляпунова-Красовського $\nu_k(x_t, y, h)$ і $a_k(x_t, y, h)$ $\forall k \geqslant 0$, таких, що $(l\nu_k)(x_t, y, h) \leqslant a_k(x_t, y, h)$.

Тоді система (1)-(2) асимптотично стохастично стійка в цілому.

Для послідовності $\nu_k(x_t, y, h) \subset \mathbb{R}$, $k \geqslant 0$ виконуються умови:

$$\overline{\nu}(r) \equiv \inf\nu_k(x_t, y, h) \to +\infty, r \to +\infty, \quad \underline{\nu}(r) \equiv \sup\nu_k(x_t, y, h) \to 0, r \to 0.$$

Література. **1.** Королюк В.С., Царков Є.Ф., Ясинський В.К. Ймовірність, статистика і випадкові процеси. Теорія та комп'ютерний практикум. - В 3-х т. - Т.3. Випадкові процеси. Теорія та комп'ютерний практикум. - Чернівці: Золоті литаври, 2009. - 798 с. **2.** Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения и их приложения. - К.: Наукова думка, 1982. - 612 с. **3.** Дынкин Е.Б. Марковские процессы. - М.: Физматгиз, 1956. - 859 с.

Plenary talks

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

High Performance Computing and Microsystems Engineering

Progressive information technologies

2 Intelligent systems for decision-making

Section 2

Intelligent systems for decision-making

1. Intelligent decision-making systems (IDMS) in finance-economical area (micro- and macro economical systems, banks, stock exchanges, insurance companies, etc.).
2. Decision-making systems in social processes' management.
3. Decision-making systems in technological processes' management in industry.
4. Intellectual analysis of data and knowledge; problems of data and knowledge mining, knowledge bases for IDMS.
5. Mathematical modelling and forecasting of complex objects and processes.
6. Decision-making under the data uncertainty conditions (systems of fuzzy logical deduction).
7. Modern methods and algorithms for IDMS (genetic and evolutional algorithms, neural networks, etc.).

Секция 2

Интеллектуальные системы принятия решений

1. Интеллектуальные системы принятия решений (ИСПР) в финансово-экономической сфере (микро- и макроэкономические системы, банки, биржи, страховые компании и т.п.).
2. Системы принятия решений в управлении социальными процессами.
3. Системы принятия решений в управлении технологическими процессами в промышленности.
4. Интеллектуальный анализ данных и знаний; проблемы добывания данных и знаний (Data&Knowledge Mining), базы знаний для ИСПР.
5. Математическое моделирование и прогнозирование сложных объектов и процессов.
6. Принятие решений в условиях неопределенности данных (системы нечеткого логического вывода).
7. Современные методы и алгоритмы ИСПР (генетические и эволюционные алгоритмы, нейронные сети и т.п.).

Секція 2

Інтелектуальні системи прийняття рішень

1. Інтелектуальні системи прийняття рішень (ІСПР) в фінансово-економічній сфері (мікро- та макроекономічні системи, банки, біржі, страхові компанії і т.д.).
2. Системи прийняття рішень в управлінні соціальними процесами.
3. Системи прийняття рішень в управлінні технологічними процесами в промисловості.
4. Інтелектуальний аналіз даних і знань; проблеми добування даних і знань (Data&Knowledge Mining), бази знань для ІСПР.
5. Математичне моделювання та прогнозування складних об'єктів і процесів.
6. Прийняття рішень в умовах невизначеності даних (системи нечіткого логічного виведення).
7. Сучасні методи й алгоритми ІСПР (генетичні та еволюційні алгоритми, нейронні мережі і т.д.).

Bidyuk P.I., Shelvinskyi I.M.
Institute for applied system analysis NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Detection of massive fraud attack cases in financial institutions using change point analysis

Due to rapid growth of information technologies banks and other financial institutions offer customers more and more online services and online products. The most popular product for now is payday lending – a special type of lending, where customer can get a loan or a credit card remotely, using online services. Such systems make decisions automatically, based on client's personal information, so they are very convenient for bank's customers, but vulnerable to frauds. Proposed approach helps to detect massive fraud attacks and to stop lending to specific customers segment.

Client's personal information consists of a set of specific fields. Some fields are common for all clients (for example, amount requested or purpose of a credit), but some of them are individual and rare although not unique. Every value of such a rare field has some hour/day/week frequency. The number of clients with particular value of a rare field per day – is a random variable ξ, which often has a normal distribution with calculated specific parameters. Banks usually don't sell more than one or two loans per client, so the fraud use plenty of clients and their profile details to get maximum number of loans. Some values of a client profile become more frequent, and parameters of distribution of ξ change. The main purpose of this approach is to detect a change points in X time series, the points where a mean value or variance or both of them change in time.

More formally, let us assume we have an ordered sequence of data, $y_{1:n} = (y_1, \ldots, y_n)$. Our model will have a number of changepoints, m, together with their positions, $\tau_{1:m} = (\tau_1, \ldots, \tau_m)$. Each change point position is an integer between 1 and $n-1$ inclusive. We define $\tau_0 = 0$ and $\tau_{m+1} = n$, and assume that the changepoints are ordered such that $\tau_i < \tau_j$ if, and only if, $i < j$. Consequently the m changepoints will split the data into $m+1$ segments, with the ith segment containing $y_{(\tau_{i-1}+1):\tau_i}$.

One commonly used approach to identifying multiple changepoints is to minimize the following expression:

$$\sum_{i=1}^{m+1} [C(y_{(\tau_{i-1}+1):\tau_i})] + \beta f(m) \qquad (1)$$

Here C is a cost function for a segment and $\beta f(m)$ is a penalty to guard against overfitting. Twice the negative log likelihood is a commonly used cost function in the change point literature, although other cost functions such as quadratic loss and cumulative sums are also used [1].

Pruned exact linear time method [2, 3] was applied to find change points for every suspicious value of client profile. After change point detection an increase of variance or mean value should be calculated. In a case of huge increase possibility of massive fraud attack is very high. The suspicious segment should be checked manually, and automated decision making should be stopped.

The early detection of the massive fraud attacks is very important, so we need to develop the methods for the fraud detection.

Further improvement of the approach proposed: (1) – checking every suspicious segment automatically; (2) – calculating their fraudulent score; (3) – automatic system retraining on new frauds' data.

References. **1.** H. Akaike, "A new look at the statistical model identification", IEEE Transactions on Automatic Control, vol 19(6), pp. 716–723, 1974. **2.** Killick, R., Fearnhead, P., Eckley, I.A. (2012), "Optimal detection of changepoints with a linear computational cost", Journal of the American Statistical Association, vol 107(500), pp. 1590-1598. **3.** Killick, R., Eckley, I.A. "changepoint: An R package for changepoint analysis", submitted: http://www.lancs.ac.uk/~killick/Pub/KillickEckley2011.pdf.

Kanel P.O. *— reviewer Lopatin O.K.*
Institute for applied system analysis NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Fractal forecasting

Current applied theory for the financial markets based on the fragile assumptions, which do not come true in real circumstances. These assumptions are based on the Poisson theory, which underestimates crisis events and other significant moves of the time series. But in the last 30 years of the 20th century the Fractal theory appeared. It allows the processes and objects to be analyzed from the other perspective. The theory represents a real event better. The results can be observed in different fields of knowledge, particularly in finance, where processes are extremely quick and volatile and traditional methods meet difficulties. Fractal theory considers crises events as a usual but not like exception.

Despite of this advantage, fractal theory does not gained widespread use because of the difficult math approaches. Nowadays scientists and investors are again interested in it. A key problem is absence of systematic knowledge, advanced and comfortable approaches which would be built on the axioms of the fractal math, combine real facts and present them as a toolkit for the work in real life.

This new field of science is developing rapidly nowadays. There are a lot of articles that covered this topic. One of the most significant variables invented is a fractal dimension:

$$D = \lim_{\delta \to 0} \frac{\ln N(\delta)}{\ln (\frac{1}{\delta})}$$

The fractal dimension is always greater than a topological dimension of the line. Three approaches to the fractal dimension identifying were describer. This indicator is the most promising for the further researches nowadays. Also developed theory takes in account past series and trends.

The scientific value of the Fractal theory investigation consists in structuring the gained knowledge and formalizing the approaches for the time-series analysis. The fractal dimension is the indicator of curve complexity. Comparison of the curve dimension and the external influence allows for prognosis of the system behavior in the future. It is the key instability indicator. The greater the dimension, more instable the system is. There are also critical levels of the dimensions, after which there is a crisis situation. With fractal theory we could also inference the trend line for the time series which takes in account the past and could be presented as follow:

$$\overline{y(t)} = \overline{y(t_0)} + \frac{K_f(t_0)(t - t_0)}{(D - D_0)^{\beta}}$$

$\overline{y(t)}$ - average meaning of the variable for the period
t_0 -time period that was before current
t - forecast horizon
D_0 – fractal dimension of the t_0
K_f, β –coefficients

In conclusion, fractal theory establishes the critical levels of fractal dimensions for time-series which are fluctuating from field to field. Other deliveries are structuring of the existing knowledge, analyzing and creating approaches of fractal forecasting.

Konovalenko S.N.
The Ukrainian Academy of Customs, Dnipropetrovs'k, Ukraine

Preparing input information as a major part of the information processing system

Building Systems intelligent information processing provides themselves stage of the preparing input data. Since in most cases, the information processing system receives the input data for analysis from various sources, there is a need to bring them to a suitable format for consideration. Failure to do so, we deteriorate the quality of information analysis system (pattern recognition, classification, etc.), and in some cases it will even make it impossible to adequately perceive the input vector data. Almost any set of domain identification characteristics of classes of information processed, is polytypic character which allows to allocate a for the consideration of actual problem as a choice of methods of preparation and transformation of its input data set for subsequent correct processing to the system analysis [1]. The functioning systems of intellectual information processing involves himself several important steps:

1. Reception and Preparing input Data (preprocessing);
2. Information processing;
3. Interpretation of results (postprocessing).

As mentioned above, preparation of input data, or the so-called training set is one of the most important aspects in the creation of systems analysis. The quality of the training set has a strong influence on the model's ability to perform tasks (e.g. neural networks) [2, 3]. What represents the preprocessing of input data? Preprocessing is the process of preparing data for analysis, during which they are brought into conformity with the requirements determined by the specific problem to be solved (subject area) and use the model processing (analysis), the information received.

On the example of the domain "Information customs control" will preprocessing training set for recognition of risks violation of customs legislation, based on of neural network the type multilayer perceptron [4] or convolutional network. Proposed way to prepare the input data is a representation of the input vector as a graphical image. Consider a vector X of 7 items and transform them into pseudographic dimension image of 7x7 (Fig. 1). Graphic matrix is horizontally symmetrical range of risk levels (1; 0.7; 0.3; 0; 0.3; 0.7; 1), and vertically – the elements of our input vector (1...7). Each value is the input vector is estimated in accordance with the profile and level of risk (the anomaly) from 0 to 1. And then painted the cell at the intersection of the corresponding element of the vector and its significance level of risk. The symmetry of the level of risk necessary for a better perception of the network image. In Fig. 1 shows examples of the formation of the input vector in pseudographic the first column corresponds to a "high" level of risk, the second and third – the "moderate" and "low". Then these symbols are the inputs to the neural network learning and recognition.

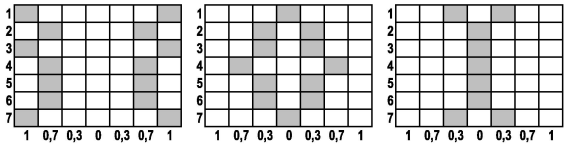


Figure 1. Pseudographic patterns: "High", "Moderate", "Low"

Application of methods of preparation of the data allows you to turn "raw" data into high-quality training set, which is adequately and correctly displays the domain.

References. **1.** A. Byuyul, P. Tsefel, SPSS: Art of information processing, (in Russian), DiaSoft, 2005. **2.** K. Swingler, Applying Neural Networks: A Practical Guide. Morgan Kaufmann; Pap/Disk edition, 1996, p. 303. **3.** BaseGroup Labs. Technology of data analysis [Online]. Available: http://www.basegroup.ru **4.** B. Moroz, S. Konovalenko, "Aplication of neural networks within of the concept E-customs," (in Russian), in Information Science and Computing, book 22, Applicable Information Models, K. Markov, V. Velychko, Ed., 1st ed., Sofia: ITHEA, 2011, pp. 104-110.

Makuh E.R., Spectorsky I.Ya.
Institute for applied system analysis NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Convergence of functional sequences and taylor series with convex fuzzy argument

Preliminaries. Complex fuzzy number A as a particular case of fuzzy set is defined by its membership function $\mu_A\colon \mathbb{C} \to [0,1]$. *Support* of A is a set $\operatorname{supp} A = \{x \in \mathbb{C}\colon \mu_A(x) > 0\}$. For each $0 < \alpha \leqslant 1$ a level set $A_\alpha = \{x \in \mathbb{C}\colon \mu_A(x) \geqslant \alpha\}$ is defined. It is easy to see that the function μ_A (and, therefore, fuzzy number A) is uniquely defined by level sets, because

$$\mu_A^{-1}(\alpha_0) = \{x \in \mathbb{C}\colon \mu_A(x) = \alpha_0\} = A_{\alpha_0} \setminus \left(\bigcup_{\alpha > \alpha_0} A_\alpha \right).$$

Let $f\colon \mathbb{C}^n \to \mathbb{C}$ be function with definition domain $D_f \subset \mathbb{C}^n$.[1] Accordingly to extension principle of L.A. Zadeh, fuzzy set $B = f(A_1, A_2, \ldots, A_n)$ is defined by membership function

$$\mu_B(y) = \sup_{\substack{(x_1,\ldots,x_n)\in D_f:\\ f(x_1,\ldots,x_n)=y}} \min(\mu_A(x_1), \ldots, \mu_A(x_n)), \tag{1}$$

assuming $\mu_B(y) = 0$ if there is no $(x_1, x_2, \ldots, x_n) \in D_f$ such that $f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = y$.

Remark. See e.g. [1] for algebraic properties of arithmetic operations on fuzzy numbers.

Sequence of fuzzy number mappings: limit transition. Consider sequence of maps $f_n : \mathbb{C} \to \mathbb{C}$ $(n \geqslant 1)$. Suppose that each map f_n is continuously differentiable on $\mathbb{C}$ (and, therefore, analytical). Also suppose that

$$f_n(z) \xrightarrow[n\to\infty]{} f(z), \quad f_n'(z) \xrightarrow[n\to\infty]{} f'(z)$$

for all $z \in \mathbb{C}$, where map $f\colon \mathbb{C} \to \mathbb{C}$ is continuously differentiable.

For set $U \subset \mathbb{C}$, differentiable map $f\colon \mathbb{C} \to \mathbb{C}$ and fuzzy number A denote

$$X_{f,U} = \{z \in U\colon f'(z) = 0\},$$

$$X_{A,U} = \{z \in U\colon z \text{ is point of discontinuity of } \mu_A(z)\}.$$

For $z_0 \in \mathbb{C}$, $r > 0$ denote $B_r(z_0) = \{z \in \mathbb{C}\colon |z - z_0| < r\}$, $B_r[z_0] = \{z \in \mathbb{C}\colon |z - z_0| \leqslant r\}$.

Theorem 1. Let A be fuzzy number, for all $0 < \alpha \leqslant 1$ its level set $A_\alpha\}$ be compact, mappings $f_n : \mathbb{C} \to \mathbb{C}$ $(n \geqslant 1)$ and $f : \mathbb{C} \to \mathbb{C}$ be continuously differentiable on $\operatorname{supp} A$; let the following conditions fulfill for each $B_r[z_0] \subset \operatorname{supp} A$:

- $f_n(z) \xrightarrow[n\to\infty]{} f(z)$ uniformly on $B_r[z_0]$;
- $f_n'(z) \xrightarrow[n\to\infty]{} f(z)$ uniformly on $B_r[z_0]$;
- the set $f^{-1}(w) \cap B_r[z_0] = \{z \in B_r[z_0]\colon f(z) = w\}$ is finite for each $w \in \mathbb{C}$.

Then the sequence of membership functions $\mu_{f_n(A)}$ $(n \geqslant 1)$ converges point-wise to $\mu_{f(A)}$ for any $w \in \mathbb{C} \setminus f\left(X_{f,\operatorname{supp} A} \cup X_{A,\operatorname{supp} A}\right)$:

$$\mu_{f_n(A)}(w) \xrightarrow[n\to\infty]{} \mu_{f(A)}(w).$$

Example 1. Consider fuzzy number A with membership function

$$\mu_A(z) = \begin{cases} 1 - \frac{|z|}{\delta}, & |z| \leqslant \delta, \text{ and } \arg z \in [-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}]; \\ 0, & |z| > \delta \text{ or } \arg z \notin [-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}], \end{cases}$$

and mappings $f_n(z) = z^2 + \frac{1}{n}$ $(n \geqslant 1)$. Obviously,

$$f_n(z) \xrightarrow[n\to\infty]{} f(z) = z^2; \quad f_n'(z) \xrightarrow[n\to\infty]{} f'(z) = 2z$$

[1] Here and further relation "$X \subset Y$" stands for "non-strict subset", allowing $X = Y$.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

uniformly on $\operatorname{supp} A = \{re^{i\varphi}\colon 0 \leqslant r \leqslant \delta,\ -\frac{\pi}{4} \leqslant \varphi \leqslant \frac{\pi}{4}\}$. Using equality (1), immediately obtain:

$$\mu_{A^2}(z) = \begin{cases} 1 - \frac{\sqrt{|z|}}{\delta},\ |z| \leqslant \delta^2 \text{ and } \operatorname{Re} z \geqslant 0; \\ 0,\ |z| > \delta^2 \text{ or } \operatorname{Re} z < 0; \end{cases}$$

$$\mu_{f_n(A)}(z) = \begin{cases} 1 - \frac{\sqrt{|z-\frac{1}{n}|}}{\delta},\ |z-\frac{1}{n}| \leqslant \delta^2 \text{ and } \operatorname{Re} z \geqslant \frac{1}{n}, \\ 0,\ |z-\frac{1}{n}| > \delta^2 \text{ or } \operatorname{Re} z < \frac{1}{n}. \end{cases}$$

Because $X_{f,\operatorname{supp} A} = \{0\}$, $X_{A,\operatorname{supp} A} = \{z\colon |z| < \delta,\ \arg z = \pm\frac{\pi}{4}\}$, theorem 1 guaranties that

$$\lim_{n\to\infty} \mu_{f_n(A)}(z) = \mu_{A^2}(z)$$

for any $z \in \mathbb{C}$, such that $\operatorname{Re} z \neq 0$ or $|z| \geqslant \delta^2$. Note that $\lim\limits_{n\to\infty} \mu_{f_n(A)}(0) = 0$, but $\mu_{A^2}(0) = 1$.

Taylor series of fuzzy argument: convergence of partial sums. Let mapping $f : \mathbb{C} \to \mathbb{C}$ be analytic on non-empty open set $D \subset \mathbb{C}$. Then for arbitrary $z_0 \in D$ obtain Taylor expansion

$$f(z) = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{f^{(i)}(z)}{i!}(z - z_0)^i, \tag{2}$$

and the series (2) converges uniformly on any ball $B_r[z_0] \subset D$, $r > 0$.

Consider partial sum of series in equality (2): $S_n(z) = \sum\limits_{i=0}^{n} \frac{f^{(i)}(z)}{i!}(z - z_0)^i$.

In the terms of partial sums, equality (2) means that $\lim\limits_{n\to\infty} S_n(z) = f(z)$.

Theorem 2. Let A be fuzzy number, and all its level sets $A_\alpha = \{z \in \mathbb{C}\colon \mu_A(z) \geqslant \alpha\}$ $(0 < \alpha \leqslant 1)$ be compact; let function $f\colon \mathbb{C} \to \mathbb{C}$ be analytic on non-empty open set $D \supset \operatorname{supp} A$. Then

$$\lim_{n\to\infty} \mu_{S_n(A)}(w) = \mu_{f(A)}(w)$$

for any $w \in \mathbb{C} \setminus f\left(X_{f,\operatorname{supp} A} \cup X_{A,\operatorname{supp} A}\right)$.

Example 2 Consider fuzzy number A with membership function

$$\mu_A(z) = \begin{cases} 1 - |z|,\ |z| \leqslant 1; \\ 0,\ |z| > 1, \end{cases}$$

and function $f(z) = \frac{1}{1-z}$. Using equality (1), immediately obtain:

$$\mu_{\frac{1}{1-A}}(z) = \begin{cases} 1 - \left|\frac{z-1}{z}\right|,\ |z-1| \leqslant |z|, \\ 0,\ |z-1| > |z|. \end{cases}$$

Analyticity domain of function $f(z)$ obviously includes $\operatorname{supp} A = B_1(0)$; Taylor expansion for $z_0 = 0$ is $f(z) = \sum\limits_{i=0}^{\infty} z^i$, the series converges for $|z| < 1$. Partial sums $S_n(z) = \sum\limits_{i=0}^{n} z^i$ $(n \geqslant 1)$ for $z \neq 1$ can be rewritten as $S_n(z) = \frac{1-z^{n+1}}{1-z}$.

Because $\mu_A(z)$ is continuous on $\mathbb{C}$ and $f'(z) \neq 0$ for any $z \in \operatorname{supp} A$ (and even for $z \in \mathbb{C} \setminus \{-1\}$), theorem 2 guaranties for any $z \in \mathbb{C}$ the limit transition:

$$\lim_{n\to\infty} \mu_{S_n(A)}(z) = \mu_{\frac{1}{1-A}}(z).$$

Note that $f(z)$ is not defined for $z = 1$, but it doesn't matter, because $1 \notin \operatorname{supp} A = B_1(0)$.

Remark. In [2], transition limit of fuzzy sequences is considered in the sense of convergence of level sets by Hausdorff metric.

References. **1.** M. Mizumoto and K. Tanaka, "Algebraic Properties of Fuzzy Numbers", *Proceedings of IEEE International Conference on Cybernetics and Society*, 1976, pp. 559–563. **2.** J. Inaida, "*Taylor Series on the Fuzzy Number Space*", vol. 16, no. 1, pp. 15-25, Sept. 2010.

Morozov R.Yu. *— reviewer Zhdanova E.G.*
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute" Kyiv, Ukraine

The use of combined machine learning approaches for theory of scheduling tasks

The problems of scheduling theory connected with NP-completeness are considered. Enhancement to existing methods of approximation algorithms based on genetic programming are proposed. Possible advantages and implementation issues of the proposed optimization method are discussed.

The theory of scheduling is a part of discrete mathematics that is widely used in almost every area of life. Especially it is used in manufacturing where it can significantly minimize production time and expenses. A lot of theory of scheduling tasks are NP-complete problems. It is known that there are no efficient methods to solve NP-complete problems. That is why it is a common practice to use approximation algorithms to solve such problems in order to avoid full enumeration of possibilities. Most frequently used approximation algorithms in the theory of scheduling are different modifications of genetic algorithms. Of course, the solutions received by genetic algorithms are not completely optimal and the time that genetic algorithms take to solve a problem can be unacceptable. Therefore, some useful optimizations can be made to improve the process of the answer search and the solution itself.

Machine learning algorithms are based on principles of logical induction when model learns from previous experience or attempts to discover some rules and knowledge in the given data. Whereas expert systems are based on principles of deduction and these systems try to solve problems by reasoning about knowledge stored in the knowledge base. The most obvious way to improve existing methods of solving the theory of scheduling tasks is a kind of cache to store the previous acceptable solutions. The whole improvement will be based on the fact that genetic algorithm uses populations on the every iteration of the algorithm. Typically, initial population is initialized with random solution that will be improved on the further iterations of the algorithm flow. The initial population that lies in areas where optimal solutions are likely to be found can significantly speed up the genetic algorithm. Scheduling solving system with intellectual cache can be created by combining machine learning and expert systems approaches. The architecture of this system may be based on the architecture of the expert system. For instance, classical expert system consists of knowledge base, interfere machine, subsystem that explains results, user interface, knowledge obtaining subsystem. This architecture can be revised in terms of the scheduling problem. So knowledge obtaining subsystem is a special intellectual classifying tool that will be able to store solutions and to spot similar inputs of the scheduling system to choose the most appropriate stored solution. Cluster analysis techniques maybe used in the core of this intellectual tool. Knowledge base is a storage for classified information about each system's input and corresponding solution. The interfere engine will try to choose the best matching stored input data to new input data and then put found solution as initial population on the genetic algorithm start. Of course, at the beginning, knowledge base will be empty and the solution to system's input will be calculated by classical genetic algorithm. Systematically knowledge base will grow up and the solving process will speed up. That is why some time knowledge base will have enough entries and genetic algorithm will perform minimal amount of iterations to find a solution.

All things considered such hybrid systems potentially can be very efficient methods to solve NP-complete problems and tasks of scheduling theory in particularly. Proposed method of genetic algorithms optimization use structural features of these algorithms to improve the search for solutions process. Furthermore, this system can be considered as data mining tool that collects statistics about the nature of production process what maybe a pleasant surprise for potential system's owner. On the other hand, the construction of such systems can be quite complex in order to possible problems of subsystems integration.

Voloshyn I.V.
PJSC Kreditprombank, Kyiv, Ukraine

Risk-adjusted pricing of amortising loan on "Cash Flow at Risk" basis

Loan pricing is one of the important stages of credit process and credit risk management. As it is known, credit risk influences on both capital and liquidity of bank. However, the most credit risk models underestimate credit risk because they do not take into account a liquidity premium [1]. Bohn and Stein (2009) assert that now there does not exist the fully developed model of loan pricing that considers liquidity risk [1]. Therefore, the present investigation is devoted to development of approach to loan pricing that captures the influence of credit risk on bank's liquidity.

To price the loan it is usually used "present value" technique and "cost-plus" model [2,3]. The "present value" technique is based on discounting the projected cash flows on the loan. But bank's liquidity depends on exceptionally the future undiscounted cash flows [4, p. 68]. The "cost-plus" model utilizes the following hidden assumption: the decreasing of working loans caused by credit risk is neglected. As a result, bank's interest income to be obtained is overestimated. On the contrary, risky interest rate is underestimated.

Voloshyns (2012) proposed the "cash flow at risk" approach to loan pricing [5]. To price the loan they put the following principle: extra interest income from credit premium must cover the loss of the future undiscounted cash flows over the loan life, caused by credit risk. Note that the loss of the future undiscounted cash flows is "cash flow at risk". So the cumulative cash flow at risk value is appraised over the loan life with the specified confidence level. It must be equal to the difference between the interest incomes on the risky loan (with the risky interest rate R) and on the risk free loan (with the guaranteed interest rate r), namely:

$$CFaR = \Delta II = II_{risk} - II_{guarant}, \tag{1}$$

where II_{risk} and $II_{guarant}$ are the interest incomes on the risky loan and on the risk free one, correspondingly.

Apply this method to risk-adjusted pricing of the one year loan with monthly amortisation of principle and interests. In this case, it's obtained the cumulative cash flow at risk ($CFaR$) in the following form:

$$CFaR = \sum_{t=0}^{T} (CF_t^{plan} \cdot (1 - csr_t)), \tag{2}$$

where csr_t is the cumulative survival probability that borrower does not take default at any time before time t, CF_t^{plan} is the planned cash flows at contractual term to maturity t.

The calculation confirmed that the traditional approaches to loan pricing underestimate credit risk. The differences between the risky interest rates estimated by "cash flow at risk" approach and by the traditional ones are proposed to be considered as liquidity premiums. The example of estimation of risky interest rate is given. It is noted that the necessary condition of the effective credit and liquidity risk management is maintenance of liquidity buffer in value of cumulative cash flow at risk. An extra interest income from credit premium allows forming the liquidity buffer which fully (with specified confidential level) covers the loss of cash flows due to credit risk. The offered approach is organically written into "Risk-adjusted return on capital" ($RAROC$) approach [3]. Besides this method for loan pricing guarantees (with specified confidential level) receipt (instead accrual) of interest income on loan with interest rate that is not less than the guaranteed one.

References. **1.** Bohn, J.R., Stein, R.M. Active Credit Portfolio Management in Practice // Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc. – 2009. **2.** Sinkey, J.F.Jr., Commercial Bank Financial Management – In the Financial Services Industry. – New Jersey: Prentice-Hall International, Inc. – 1998. **3.** Bessis, J. Risk Management in Banking. – West Sussex: Wiley and Sons Inc. – 2002. **4.** Voloshyn, I.V. Estimation of banking risks: new approaches. – Kyiv: Elga, Nika-Centre. – 2004. **5.** Voloshyn, I.V., Voloshyn, M.I. Integrated risk management in a commercial market-maker bank using the "cash flow at risk" approach. – 2012. *ssrn.com*

Єгорова О.В.
Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Нечіткі моделі управління запасами з урахуванням помилок вхідного контролю

Невід'ємною складовою діяльності підприємств торговельної галузі мають бути бездоганне обслуговування покупців, створення належних для цього умов, формування й підтримання іміджу надійного постачальника продукції, якість, ціна і терміни поставки якої повністю задовольняють споживачів.

Дотримання вказаних напрямів роботи ускладнюється недосконалістю економічних, технічних, екологічних та інших суміжних із торгівлею процесів, зокрема, порушенням технологічних способів виробництва, зміною властивостей продукції під час транспортування, зберігання та реалізації, нестачею обігових коштів для здійснення розрахунків з контрагентами тощо. Крім того, необхідно враховувати невизначеність, двозначність, відсутність повної інформації про початкові умови процесу просування товарів до контрагентів та вплив зовнішніх чинників.

У доповіді представлено постановки задач управління запасами, зокрема, визначення оптимального обсягу замовлення товарів з відтермінуванням платежу в нечітких умовах з урахуванням браку, помилок вхідного контролю, природного зменшення запасів залежно від способу задоволення дефіциту та схильності продукції до псування. Огляд нечітких моделей управління запасами виконано в [1].

Пропонована загальна постановка задачі є такою. Торговельна організація в умовах тимчасової нестачі оборотних коштів планує здійснити запозичення у формі товарного кредиту. Комерційний кредит надається фірмою-виробником продукції і полягає у продажу товару на умовах угоди, що передбачає відтермінування кінцевого розрахунку на термін M під відсоток i_c. Допускається продовження початково встановленого строку позички M на термін N під відсоток i_w. Передача права власності на товари відбувається в момент фізичного отримання товарів покупцем незалежно від часу погашення заборгованості. Продукція, що є предметом договору поставки, здатна втрачати природні властивості, а при її прийманні можуть бути виявлені браковані одиниці. Постачальник зобов'язується усунути недоліки або замінити товарні одиниці з виробничими дефектами (доукомплектувати). Товари з іншими типами невідповідностей реалізовуватимуться підприємством, що кредитується, як вторинна сировина.

Достовірність вхідного контролю якості продукції спотворюється виникненням помилок при ідентифікації товарів. Припускається, що може існувати дефіцит.

Необхідно визначити обсяг замовлення товарів для відновлення запасів та тривалість операційного циклу, за яких мінімізуються витрати системи управління запасами.

Нехай частка бракованих виробів у замовленій партії товарів складає β відсотків, у тому числі β_r відсотків з виробничими дефектами і β_{sc} відсотків з іншими типами невідповідностей. З огляду на ймовірне здійснення помилок при перевірці якості одержуваної продукції очікувана кількість товарів з виробничими дефектами становитиме

$$\Im = I(1-\beta_r-\beta_{sc})a_1 + I(\beta_r(1-a_2-a_3)+\beta_{sc}a_4), \tag{1}$$

а кількість товарів з невиробничими дефектами

$$\Upsilon = I\beta_r a_3 + I\beta_{sc}(1-a_4), \tag{2}$$

де I – обсяг запасів, a_1 – ймовірність того, що придатну продукцію визнають продукцією з виробничими дефектами, a_2 – ймовірність того, що продукцію з виробничими дефектами визнають бездефектною, a_3 – ймовірність того, що товари з виробничими дефектами ідентифікують як товари з невиробничими дефектами, a_4 – ймовірність того, що товари з невиробничими дефектами ідентифікують як товари з виробничими дефектами. Диференціальне рівняння,

яке описує коливання обсягу запасів на протязі одного операційного циклу T буде таким:

$$\frac{dI(t)}{dt} = -\widetilde{D} - \theta I(t) - \Upsilon x, 0 \leqslant t \leqslant T, \tag{3}$$

де $I(t)$ – обсяг наявних запасів на момент t, $\widetilde{D}$ – інтенсивність попиту на продукцію, θ – швидкість природного зменшення товарів в одиницю часу, x – інтенсивність ідентифікації бракованої продукції.

Визначивши загальний розв'язок

$$I(t) = \frac{\Upsilon x + \widetilde{D}}{\theta}(e^{\theta(T-t)} - 1), 0 \leqslant t \leqslant T, \tag{4}$$

та частинний розв'язок при $I(0) = Q$

$$Q = \frac{\Upsilon x + \widetilde{D}}{\theta}(e^{\theta T} - 1) \tag{5}$$

запишемо цільову функцію моделі, що відповідає поставленій задачі:

$$K(T) = \frac{1}{T}\left(A + h\int_0^T I(t)dt + C_D + \widetilde{c}\left(i_c \int\limits_{\Omega} I(t)dt + I_w\right) - \widetilde{p}\cdot i_e\left(\int_0^T \widetilde{D}dt + (\Theta - T)\int_0^T \widetilde{D}dt\right) - \right.$$

$$\left. - p_{sc}\cdot i_e \cdot \Upsilon \cdot Q \cdot \left(M - \frac{Q}{x}\right), \right. \tag{6}$$

де A – витрати на оформлення замовлення, $C_D = c[I(0) - \widetilde{D}T]$ – збитки від природного зменшення запасів, h – річні витрати, пов'язані зі зберіганням одиниці товару, $\widetilde{c}$ – ціна постачання одиниці продукції, i_c – відсоткова ставка по кредиту, $\widetilde{p}$ – ціна реалізації одиниці товару, i_e – відсоткова ставка за депозитом, p_{sc} – ціна реалізації одиниці товару з невиробничими дефектами,

$$\Omega = \begin{cases} [M;N], & M \leqslant T, \\ 0, & M > T, \\ [M;N], & M < N \leqslant T, \\ [M;N], & N > T > M, \end{cases} \quad I_w = \begin{cases} i_w \int\limits_N^T I(t)dt, & M < N \leqslant T, \\ 0, & \text{інакше}, \end{cases} \quad \Theta = \begin{cases} T, & M \leqslant T, M < N \leqslant T, \\ M, & M > T, \\ N, & N > T > M. \end{cases}$$

При побудові моделі такої задачі з допущенням дефіциту розглядаються випадки, коли:

1. За час існування дефіциту покупці не замовляють відсутні товари.
2. За час існування дефіциту частина покупців для задоволення свої потреб звернулися до інших джерел, а отримані замовлення виконуються після надходження чергової партії продукції.
3. За час існування дефіциту звернення покупців до інших джерел для задоволення власних потреб відсутні, а отримані замовлення виконуються після надходження чергової партії продукції.

Розроблені відповідні моделі на базі елементів теорії нечітких множин відрізняються за типами значень параметрів «інтенсивність попиту на продукцію», «ціна постачання одиниці продукції», «ціна реалізації одиниці товару», що побудовані на основі експертної інформації.

Наводиться оптимізаційна процедура, яка передбачає урахування суб'єктивних і статистичних факторів та не потребує перевірки додаткових умов на характеристики цільової функції.

Проведено чисельне моделювання роботи системи управління запасами на даних торговельних підприємств регіону, що підтвердило ефективність запропонованих технологій.

Література. 1. Єгорова О. В. Нечіткі моделі управління запасами [Текст] / О. В. Єгорова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – № 4/3 (58). – С. 24-31.

Іванов С.М., Карасюк В.В.
Національний університет "Юридична академія України імені Ярослава Мудрого", Харків, Україна

Семантична модель системи знань для навчання

Розглянуті особливості моделі системи знань, що використовується в системі електронного навчання. Областю застосування даної системи є правознавство. Запропонований формальний апарат опису бази знань. Розглянута модель бази знань покладена в основу програмного комплексу навчання.

Для формування інтегрованого простору правових знань для правників пропонується створити базу знань на онтологічних принципах [1]. За визначенням Тома Грубера онтології є точними, тобто вираженими формальними засобами, специфікаціями концептуалізації [2]. Вони мають можливість точно описувати семантику даних предметної області, вирішувати проблему несумісності і протиріччя понять. Наповнення бази знань правовою інформацією має свої особливості, що продиктовані проблемною областю. В [3, 4] проведений аналіз відмінностей правової інформації. Сучасною парадигмою навчання є спрямоване навчання. Воно у більшій мірі враховує індивідуальні особливості студента. Спрямоване навчання визначається комплексом умов, що надають доступ до структурно організованої навчальної інформації у повній відповідності до кваліфікаційних вимог. Потрібна структурна організація навчальної інформації може бути задана у вигляді онтології.

Онтологічна структура організує семантичну мережу понять і описів до них. Для підтримки синонімічності визначень та законодавчого формулювання понять, в структуру онтології доцільно ввести множину синонімів понять і множину текстових описів, що представляють законодавчі (нормативні) визначення. На теоретико-множинному рівні така онтологія представляється у вигляді:

$$O =< P, R, F >, \tag{1}$$

де P – множина концептів (понять, термінів) предметної області, яку представляє онтологія O; R – множина відношень між концептами (поняттями, термінами) заданої предметної області; F – множина функцій інтерпретації (аксіоматизації), заданих на концептах та / або відношеннях онтології O .

$$P = \{P_i\}, \tag{2}$$

де P_i – окреме поняття (концепт), що має власне семантичне представлення, яке пов'язано з множиною конкретних фактів і припустимих синтаксичних конструкцій. Тобто, онтологія забезпечує словник для представлення і обміну знаннями в області права і множину зв'язків, встановлених між термінами в цьому словнику. Формально поняття P_i (2) представляється в вигляді набору словосполучень W_j^i , які представляють собою синоніми поняття P_i і набору законодавчих визначень цього поняття Z_j^i :

$$P_i = (W_1^i, ...W_n^i); \tag{3}$$

$$(W_1^i, ...W_n^i)R_j(Z_1^i, ...Z_n^i), \tag{4}$$

де R_j визначає зв'язок між окремими синонімічними термінами і їх законодавчими визначеннями чи поясненнями. В загальному випадку кількість елементів набору W_j^i може не співпадати з кількістю елементів у наборі Z_j^i . Елементом онтології O також є зв'язок R_r між поняттями або групою понять:

$$(P_n, ...P_m)R_r(P_k, ...P_l). \tag{5}$$

В розроблюваній онтології пропонується перехід від зв'язків між поняттями до зв'язків між поняттям і групами понять (5). Перевагою такого переходу є можливість відобразити повноту відношень між поняттями. Механізм онтологій в таких випадках дозволяє формувати осмислені ієрархічні взаємозв'язки між об'єктами, узагальнювати і сумісно використовувати глобальні відомості, реалізовувати у тому числі нечіткий пошук, здатний знаходити навіть такі необхідні користувачу ресурси, в яких не буде ні одного слова із первісного запиту

[5]. На сукупності понять онтології (4), як над множинами, можна виконувати операції: рефлексивність; симетричність; транзитивність; лінійність. А над онтологіями і їх частинами можна виконувати операції: об'єднання; перетин; віднімання; вибірка тощо [6].

Принципи роботи з онтологією. Система розробляється таким чином, що передбачається робота користувача (експерта) з кожним реченням джерел інформації послідовно. Тобто приблизна послідовність роботи буде наступною:

- користувач читає чергове речення і усвідомлює його зміст;
- виділяє поняття, які згадуються в реченні;
- визначає зв'язки між групами понять;
- встановлює додаткові зв'язки, які уточнюють зміст основних зв'язків або описують деяким чином складні поняття, у тому числі пов'язує їх із законодавчими визначеннями.

На цьому етапі користувач виділив знання, які несе в собі речення і які можна додати в онтологію. Далі йде етап внесення знань в базу даних. У технології наповнення бази знань системи використано принципи самоорганізації, відповідно до яких кожен користувач (студент, викладач, сторонній користувач) має можливість доповнювати і правити базу знань правової інформації. Кожен користувач може додати в базу знань фрагмент відредагованій онтології згідно своєму уявленню про структуру досліджуваної інформації.

Мета даного підходу полягає в об'єднанні зусиль багатьох користувачів для вдосконалення онтології предметної області на основі початкової онтології і включення в неї понять та їх зв'язків з доступних джерел електронної інформації, в тому числі веб-сайтів. Здійснюється колективний розвиток існуючої онтології. При цьому окремі, потенційно різні онтології від різних користувачів аналізуються і «зливаються» з початковою для створення уточненої, «ідеальної» онтології, яка заміщає початкову онтологію предметної області в системі. Для того щоб порівняти онтології різних користувачів (представлених у вигляді графовой моделі) і не внести в базу знань «недостовірну інформацію», розробляється метрика оцінки подібності онтологій.

Перспективними вважаються наступні напрямки досліджень: порівняння онтологій, як інструмент для оцінки повноти, непротиріччя онтологій, створених різними користувачами, або різних країн, за рахунок розробки метрики близькості; використання природної мови, як важливої частини створення інтелектуальних систем, що дозволить залучати до роботи з онтологією всіх зацікавлених, або використовувати систему для автоматичного наповнення бази знань довільних текстів.

Література. **1.** Tatsyi V. Semantic network of knowledge in science of law / V. Tatsyi, A. Getman, S. Ivanov, V. Karasiuk, O. Lugoviy, O. Sokolov // Automation, Control, and Information Technology (ACIT 2010): Proceedings of the IASTED International Conference on Automation, Control, and Information Technology, held June 15 – 18 2010 in Novosibirsk, Russia. The International Association of Science and Technology for Development. – Anaheim, USA: ACTA Press, 2010. – P. 218 – 222. **2.** Gruber T. A translation approach to portable ontologies / T. R. Gruber // Knowledge Acquisition. – 1993. – № 5(2). – P. 199 – 220. **3.** Getman A. Informational Provision of Modern Education / A.P. Getman, S.N. Ivanov, V.V. Karasiuk // 21st International CODATA Conference "Scientific Information for Society - from Today to the Future": Conference Proceedings. – Kyiv, 2008. – P. 226-232. **4.** Карасюк В. Онтологічне представлення системи знань з використанням принципів самоорганізації / В.В. Карасюк // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2011. - № 4. С. 3 – 9. **5.** Ланин В. Интеллектуальное управление документами как основа технологии создания адаптируемых информационных систем / В.В. Ланин // Труды Международной научно-технической конференции «Интеллектуальные системы» (AIS'07). – М.: Физматлит, 2007. – Т. 2. – С. 334 – 339. **6.** Kapoor, B. A Comparative Study Ontology Building Tools for Semantic Web Applications / B. Kapoor, S. Sharma // International Journal, 2010. Vol. 1, p. 1-13.

Андрияшенко Г.В.[1,2] ***Свитый И.Н.***[2]
[1]*МПСК ООО "Бориваж", Одесса, Украина;* [2]*Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса, Украина*

Система поддержки принятия решений коммерческого директора зерноперегрузочного терминала при заключении договоров на перевалку зерна

Зерно для Украины – стратегический экспортный товар, обеспечивающий 10...15% валютных поступлений страны. По данным статистики 95% украинского экспорта зерновых реализуется водным транспортом через портовые элеваторы и перегрузочные терминалы [1]. Та же статистика гласит, что при этом портовые элеваторы Украины загружены всего на 50%, а развитие зерноэкспортной инфраструктуры планируется производить путем наращивания производственных мощностей. Хотя очевиден факт наличия существенного резерва в эффективности использования уже существующих предприятий. Причины недостаточной эффективности использования мощностей зерноперегрузочных предприятий кроются как во внешних факторах, так и в принципах функционирования самих предприятий «изнутри».

Основной причиной «недогруза» зерновых терминалов является необходимость страхования рисков невыполнения договоров по вине предприятий, а значит и потерь в связи со штрафными санкциями из-за простаивания внешнего транспорта. Причины такого простаивания кроются в увеличении объема накопленных запасов зерна выше допустимого предела или в полном израсходовании запасов зерна по выполняемым договорам, а также в невозможности переработки приемным или отпускным фронтом предприятия действующего грузопотока. При этом «недогруз» предприятия приводит к неэффективному использованию накопительных емкостей и простаиванию поточно-транспортного оборудования приемного и отпускного фронта, но страхует риски невыполнения договоров.

Созданная система поддержки принятия решений (СППР) коммерческого директора зернового терминала, являющегося лицом, принимающим решение (ЛПР) о заключении (или незаключении) договора, позволяет ответить на три вопроса.

1. В результате выполнения заключаемого и уже заключенных договоров, не будет ли превышен уровень запасов зерна выше предельно допустимого на терминале?
2. В результате выполнения заключаемого и уже заключенных договоров, справится ли приемный фронт предприятия с создаваемым грузопотоком?
3. В результате выполнения заключаемого договора, не израсходуются ли запасы зерна, отгружаемые по этому договору?

Ответ на эти вопросы позволит сделать вывод о технической выполнимости заключаемого договора.

Основу работы СППР составляет процедура прогнозирования грузопотока по уже заключенным и заключаемому договору. Исходными данными к расчету является масса и параметры зерна (главным образом насыпная плотность), срок действия договора и дата начала поставок. Исследования показывают, что входящий грузопоток по любому договору является вероятностным и подчиняется преимущественно нормальному закону распределения. При этом текущий грузопоток по i-му договору может быть рассчитан по формуле:

$$I_i(t) = \frac{A}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp^{-\frac{m-t}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где A – масштабный коэффициент, величина которого зависит от объема поставок зерна по договору;

m – период времени, соответствующий наибольшему значению интенсивности грузопотока. Для задач прогнозирования этот параметр может быть определен, как середина диапазона времени выполнения i-го договора;

t – текущий период времени;

σ – среднее квадратическое отклонение. Исходя из свойств нормального закона распределения, время выполнения i-го договора t_i можно определить как 6σ. Тогда $\sigma = \frac{t_i}{6}$.

Исходящий грузопоток предприятия по i-му договору $O_i(t)$ подчиняется равномерному закону распределения и зависит только от производительности используемого отгрузочного оборудования предприятия.

На основании прогнозирования текущих грузопотоков по уже заключенным и заключаемому договору производится расчет текущего уровня запасов за весь период предполагаемого выполнения заключаемого договора [2]:

$$H(t) = H(t-1) + \sum_i I_i(t) - \sum_i O_i(t), \tag{2}$$

где H(t–1) – объем переходящих запасов.

Затем в каждый прогнозируемый момент времени производится проверка, не превысит ли текущий уровень запасов предельно допустимое значение Hmax?

На основании прогнозирования входных грузопотоков по заключенным и заключаемому договору рассчитывается суммарный текущий грузопоток, а затем осуществляется проверка, не превысит ли он максимально допустимую производительность приемного поточно-транспортного оборудования предприятия Imax?

На основании прогнозирования входящего и исходящего грузопотоков по заключаемому договору рассчитывается прогнозируемый уровень запасов по этому договору. Затем производится проверка на предмет возможности снижения текущего уровня запасов зерна по заключаемому договору ниже нулевой отметки. Такое снижение в реальности невозможно, но будет сопряжено с простоем отгрузочного поточно-транспортного оборудования, что, в свою очередь, может повлечь ненормативный простой судна на погрузке, а значит и штрафные санкции в отношении предприятия.

Результатом выполнения расчетов является вывод о технической выполнимости заключаемого договора. Если договор не может быть выполнен, то ЛПР может провести прогнозирование его выполнения при изменении даты начала действия договора или при увеличении срока действия договора. В принципе, в целях повышения эффективности (для предприятия) выполнения договора можно предложить смещение даты начала действия договора или уменьшение срока действия договора.

В результате внедрения системы на терминале ЛПР может получит реальную поддержку в обосновании технической выполнимости заключаемого договора. Если договор не может быть выполнен, то ЛПР получает инструмент для анализа выполнимости договора при изменении его параметров (срока действия и момента начала). Предложенный инструмент для работы коммерческого директора позволит ему увеличить загруженность мощностей предприятия при уменьшении вероятности возникновения рисков невыполнения договорных обязательств предприятия по техническим причинам. А это, в свою очередь, повысит оборачиваемость перегрузочного терминала, а значит и его прибыльность.

Литература. **1.** www.apk-infirm.com – веб-сайт компании “АПК-Информ”. **2.** Жуковский Э.И., Свитый И.Н. Модель транспортно-складского комплекса как системы управления. / Наукове видання «Автоматика-2008». **3.** Доповіді XV – міжнародної конференції по автоматичному управлінні. – Одеса – 2008.

Анцибор Д.В., Терновой М.Ю.
Институт телекоммуникационных систем НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Подход к построению онтологии системы биллинга

Введение. На сегодняшний день активно развиваются подходы к построению интеллектуальных информационных систем и порталов знаний, основой которых являются онтологии. Использование онтологий имеет ряд существенных преимуществ, таких как возможность логического вывода, навигация, возможность представления информации любой формы и т.д. [1]. Формальная структура онтологий упрощает их компьютерную обработку, что является преимуществом онтологий в качестве способа представления данных. В вычислительном плане использование онтологий так же позволяет достичь сокращения времени вычислений и поиска [2]. Возможность логического вывода позволяет получать новые знания, а так же выполнять проверку уже имеющихся знаний на целостность.

В данной работе рассмотрен подход к построению онтологии системы биллинга, которая является одной из основных составных частей систем поддержки операционной и бизнес деятельности провайдеров информационных и телекоммуникационных услуг. Данная онтология является частью интеллектуальной информационной системы интеграции информации для операторов связи, разрабатываемой в Институте телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ».

Основная часть. Одной из главных задач, которая ставится при построении онтологии, является определение дескрипционной логики, которая будет использоваться. Это необходимо для определения разрешимости и вычислительной сложности, что характеризует возможность и скорость логического вывода. На основании выбранной логики происходит выбор языка описания онтологии и соответствующих инструментов для реализации. При построении онтологии системы биллинга, которая отвечает за учет объема потребляемых абонентами услуг, их тарификацию и расчет денежных средств [3], были выделены такие основные классы: «Провайдер», «Пользователь», «Учетная запись», «Счет», «Тарифный план», «Услуга». Предложенная онтология, записана ниже в виде триплетов «Субъект «Предикат» Объект».

«Провайдер «обслуживает Учетную запись» Учетная запись».
«Провайдер «имеет Тарифный план» Тарифный план».
«Учетная запись «имеет Счет» Счет».
«Учетная запись «пользуется Тарифным планом» Тарифный план».
«Пользователь «имеет Учетную запись» Учетная запись».
«Счет «имеет Тарифный план» Тарифный план».
«Тарифный план «имеет Услугу» Услуга».
«Телефония «is a» Услуга»
«Интернет «is a» Услуга».
«Телевидение «is a» Услуга».
«Баланс «is a» Счет».
«Выставленный счет на оплату «is a» Счет».
«Оплаченный счет «is a» Счет».

Где свойство «is a» обозначает, что субъект является подклассом объекта.

В онтологии также используются сложные классы для описания классов пользователей и провайдеров определенных услуг (например, класс «Пользователь Телефонии» или «Провайдер Интернета»). Данные классы определены как классы «Пользователь» либо «Провайдер» и как классы, имеющие соответствующие отношения «пользуется Услугой» и «предоставляет Услугу». Например, класс «Пользователь Телефонии» определен как «Пользователь», имеющий свойство «пользуется Услугой» «Телефония». Большинство свойств имеют явно определенные обратные свойства, такие как «имеет Счет» и «является Счетом» или «имеет Учетную запись» и «является Учетной записью».

Все свойства являются асимметричными (кроме свойства «имеет отношение», которое является симметричным) и иррефлексивными, что позволит предотвратить или обнаружить неверные данные. В онтологии также имеются функциональные свойства, например, «имеет Счет» и «является Услугой», и инверсно-функциональные свойства, например, «обслуживает Учетную запись» и «имеет Учетную запись». Стоит отметить, что свойства, обратные функциональным свойствам, являются инверсно-функциональными.

При наличии в онтологии иерархии классов целесообразным является использование иерархии свойств. Для свойства «имеет Услугу» были определены подсвойства, соответствующие иерархии классов: «имеет Услугу Интернет», «имеет Услугу Телефония» и «имеет Услугу Телевидение». Так же используются типизированные свойства, определяющие связь между классами онтологии и значениями определенного типа (string, int и т.д.). Примером могут быть свойство класса «Учетная запись» «имеет Login» с типом данных string, или свойство класса «Пользователь» «имеет возраст» с типом данных int.

В описываемой онтологии используется композиция свойств. Например, для определения симметричного свойства «имеет отношения» между классами «Провайдер» и «Пользователь», используется композиция свойств «имеет Учетную запись» и «inverse обслуживает Учетную запись». Для определения свойства «пользуется услугой» между классами «Пользователь» и «Услуга» используется композиция свойств «имеет Учетную запись», «пользуется Тарифным планом» и «имеет Услугу».

Исходя из используемых типов свойств и ограничений для данной онтологии достаточно выразительности логики SRIF(D), где транзитивность ролей, композиция и характеристики (симметричность, рефлексивность и т.д.) ролей обозначаются соответственно S и R, I – обозначает инверсию, F – функциональность, (D) – свойства типов данных [4].

Так как в онтологии используются композиции свойств, то для построения онтологии был выбран OWL 2, в котором возможность композиции свойств была впервые добавлена.

Для построение онтологии использовался редактор онтологий и фреймворк для построения баз знаний Protege версии 4.2. Данный редактор поддерживает выбранный язык описания онтологий OWL 2. В Protege так же есть возможность использования логических анализаторов Hermit и FACT++. Для получения логических следствий в данной работе был использован логический анализатор Hermit версии 1.3.6.

На основе используемых типов свойств, иерархии классов и свойств, сложных классов логическим анализатором были добавлены новые отношения для экземпляров классов.

Заключение. В данной работе описана онтология системы биллинга. При анализе используемых типов свойств была выбрана соответствующая дескрипционная логика и язык описания онтологии. Был проведен логический вывод, в результате которого были добавлены новые отношения, а также осуществлена проверка целостности данных.

Литература. **1.** TechWiki. [Электронный ресурс]: URL: http://techwiki.openstructs.org/index.php/IntrotoOntologies {дата обращения: 24.02.2013}. **2.** Предпосылки использования онтологий. [Электронный ресурс]: URL: http://www.intuit.ru/department/expert/ontoth/3/ {дата обращения: 26.02.2013}. **3.** Биллинговые системы: основные понятия. [Электронный ресурс]: URL: http://www.ixbt.com/mobile/review/billing.shtml {дата обращения: 26.02.2013}. **4.** Pascal Hitzler. Knowledge Representation for the Semantic Web. [Электронный ресурс]: URL: http://www.semantic-web-book.org/w/images/2/2d/W2011-06-DLs.pdf {дата обращения: 26.02.2013}.

Бабиюк Г.Г., Зайченко Е.Ю.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Экспертная система для принятия автоматических решений при выборе транспортного средства

В настоящее время актуальной проблемой являются исследования, сконцентрированные на разработке и внедрении компьютерных программ, способных имитировать, воспроизводить те области деятельности человека, которые требуют мышления, определенного мастерства и накопленного опыта.

При решении таких задач возникает ряд проблем, наиболее важной из которых является неформализованные или слабо-формализованные знания специалистов-практиков, что, зачастую, связанно с ошибочностью, неоднозначностью, неполнотой и противоречивостью исходных данных. Еще одной проблемой области является отсутствие алгоритма решения ввиду превалирования логической (смысловой) и символьной обработки информации над числовой. В рамках искусственного интеллекта, разработан аппарат экспертных систем, которые применяются для решения данного типа задач: принятия решений, распознавания образов, понимания человеческого языка, классификации и др.[1]

Ввиду постоянно увеличивающегося спроса на транспортные средства, большого разнообразия классов и моделей транспортных средств, в качестве объекта исследования выступает процесс выбора класса транспортного средства.

Для решения данной проблемы, в рамках исследования, была разработана экспертная система для автоматического принятия решений при выборе класса транспортного средства. Основным компонентом экспертной системы является база правил (вопросов), которые задаются пользователю. Процесс принятие решения производится с помощью структуры нейронной сети Хопфилда, для формирования входящего вектора которой, используется лингвистическая переменная с термами: «нет», «скорее нет чем да», «безразлично», «скорее да чем нет», «да».[2]

Для разработки и проведения анализа эффективности принятия решений с помощью разработанной системы были использованы экспертные данные о 20 разновидностях транспортных средств, учитывающих габариты, количество посадочных мест, форму кузова, и другие признаки. Экспертная система обладает свойством адаптивности и возможностью обучаться («запоминать» новые классы транспортных средств, расширять базу правил и уточнять вектор признаков для каждого класса). Полученные результаты адекватны, так как погрешность принятых системой решений не превысила 5 процентов.

Таким образом, в результате исследования разработано приложение, которое проводит анализ предпочтений пользователя в отношении транспортных средств. Также предусмотрена возможность автоматически принимать эффективные решения. В докладе приведен анализ полученных результатов, статистика принятых системой решений, и функциональная структура экспертной системы на основе нейронной сети Хопфилда.

Литература. **1.** Джексон П. Введение в экспертные системы / Джексон П. —М.: Издательский дом "Вильямс", 2001. – 624с. **2.** Зайченко Ю.П. Основы проектирования интеллектуальных систем / Ю.П. Зайченко — К.: Слово, 2004. — С.352.

Батіщев О.С., Обламський В.В., Смирнов Ю.М. *— рецензент Молчановський О.І.*
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФІОТ, Київ, Україна

Система моделювання поведінки роботів у багатоагентному середовищі

Була поставлена задача розробки програми моделювання поведінки роботів у багатоагентному середовищі з метою проведення експериментів з різноманітними алгоритмами поведінки. В результаті було розроблено модульну систему моделювання та бібліотеку, що спрощує створення агентів. В даній роботі розглянуто архітектуру системи та бібліотеки, а також описані деякі проблеми, із якими довелось зіткнутись при їх розробці.

Постановка задачі. Для проведення експериментів із різноманітними алгоритмами поведінки роботів необхідне було середовище, у якому ці роботи зможуть взаємодіяти між собою (на зразок того, як описано в [1]), і засіб, що дозволив би легко цих роботів розробляти. Отриманий симулятор мав бути зовнішньою сутністю по відношенню до роботів — це спростило б роботу (не потрібно було б перезбирати симулятор кожен раз, як змінювався якийсь з роботів). Симулятор мав надавати агентам наступні можливості:

- рухатись у будь-якому напрямку з будь-якою швидкістю;
- рапортувати про якісь свої параметри (на розсуд розробника);
- отримувати список об'єктів, розташованих у певному радіусі навколо агента, із врахуванням «рельєфу місцевості»;
- взаємодіяти із іншими об'єктами (шляхом зіткнення).

Окрім цього, хотілось мати можливість розташовувати у середовищі певні «статичні» об'єкти з можливостями більш обмеженими, ніж ті, що є у роботів.

Система моделювання (симулятор). Симулятор було розбито на три окремі модулі — GUI, HUB і комунікаційний. Взаємозв'язки модулів показано на рисунку 1.

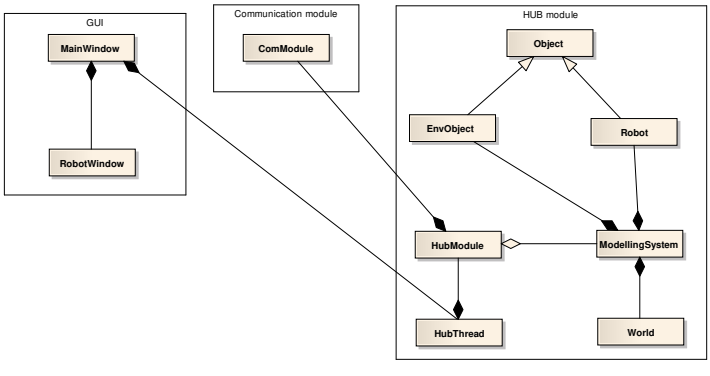


Рис. 1. Архітектура симулятора

Комунікаційний модуль приймає повідомлення від роботів і розміщує їх у чергу, звідки їх забирає HUB. Останній є «серцем» системи — він обробляє повідомлення, оновлюючи стан середовища відповідно до дій роботів. Оскільки роботи можуть мати найрізноманітніші характеристики, було вирішено не проводити жодних перевірок на допустимість виконуваних дій. Деякі повідомлення роботів можуть бути запитами; в таких випадках хаб надсилає відповідь за допомогою комунікаційного модуля. GUI періодично отримує поточний стан системи і відображає його у зручному для користувача вигляді. Він відображає головне вікно з усією картою і декілька менших, де показуються окремі роботи. Кнопки керування дають користувачу контроль над процесом симуляції. Окрім того, у кожному з менших вікон відображається до шістнадцяти різноманітних параметрів, що їх рапортує робот.

Протокол, за яким агенти спілкуються із симулятором, спочатку базувався на форматі JSON, але коли виявилось, що бібліотека для роботи з ним дуже обмежена, було вирішено перейти на власний, бінарний протокол. Тут дуже допоміг фреймворк Qt і модульна архітектура системи:

завдяки абстрагуванню низкорівневних деталей мережевої взаємодії у класи, перехід на інше представлення повідомлень був досить простим.

Система написана на C++ із використанням фреймворка Qt[2]. Це дозволило дуже швидко отримати робочий симулятор, що працює на двох основних платформах (Linux і Windows) і (потенційно) може бути легко портований на інші.

Засіб розробки агентів (SDK). SDK (Software Development Kit) представляє собою бібліотеку, що надає програмісту базу для розробки агента. Вона абстрагує такі деталі, як мережева взаємодія, кодування та декодування повідомлень, обробка відповідей на запити тощо. Розробнику залишається лише написати код, що виконуватиметься у циклі на протязі усього часу життя робота.

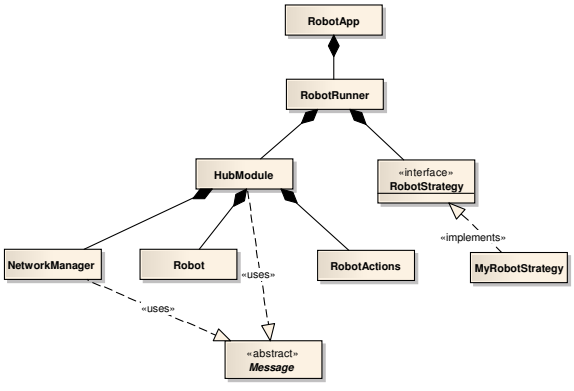


Рис. 2. Архітектура SDK

Архітектура SDK представлена на рисунку 2. З точки зору програміста, що створює агента, змін потребує лише клас `MyRobotStrategy`. Він описує реакції робота на відповіді системи, наприклад повідомлення про те, що робот успішно змінив позицію чи в щось врізався, інформацію про об'єкти, що оточують агента тощо — підхід, подібний до описаного у [2]. Також він містить алгоритми, якими агент керується на протязі свого життя.

Інші класи забезпечують спілкування агента із симулятором та декларують порядок роботи. Так, `HubModule` використовує клас `RobotActions` для перетворення команд агента в повідомлення, що надсилаються симулятору через `NetworkManager`. Відповіді на запити також проходять спочатку через `NetworkManager`, а потім через `HubModule`. Тут одразу ж виконуються дії, описані у `MyRobotStrategy`, після чого управління передається класу `RobotRunner`. Клас `Message` — контейнер, що використовується для представлення повідомлень протоколу в інших класах SDK.

Було написано дві реалізації SDK: одна на C++ із використанням Qt[3], інша на Java[4]. Дві окремі реалізації дали нам змогу виявити декілька помилок як у специфікації, так і у реалізації протоколу. Версія на C++ на даний момент не підтримується і реалізує застарілу версію протоколу.

Висновки. Проект можна вважати успішним, оскільки усіх поставлених цілей було досягнуто. Розроблені симулятор і SDK будуть використані нами у подальших дослідженях.

Література. **1.** Lesser, V., Atighetchi, M., Benyo, B., Horling, B., Raja, A., Vincent, R., ... & Zhang, S. X. (1999, March). A multi-agent system for intelligent environment control. In Proceedings of the Third International Conference on Autonomous Agents (pp. 291-298). **2.** Klügl, F., & Puppe, F. (1998, April). The multi-agent simulation environment sesam. In Proceedings des Workshops Simulation in Knowledge-based Systems, volume tr-ri-98-194 of Reihe Informatik, Paderborn.

[2]Репозиторій із симулятором: https://github.com/SmirnoffYM/AI-simulator
[3]https://github.com/Minoru/AI-simulator-SDK
[4]https://github.com/SmirnoffYM/AI-simulator-SDK-java

Бережной В.Г., Жданова Е.Г., Селезнёва О.А.
Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

О гибридном алгоритме решения задачи маршрутизации транспортных средств с учетом временных окон

В статье рассматривается задача маршрутизации транспортных средств с учетом временных окон, целью которой является минимизация суммарных затрат на перевозку продукции, а так же гибридный алгоритм, как метод ее решения.

Постановка задачи. Задача маршрутизации транспортных средств (ТС) заключается в составлении плана перевозок товара клиентам, для которых известны объемы потребностей в товаре и временные рамки, когда клиент может быть обслужен. Товар перевозится K ТС с центрального склада (депо). Формально задача записывается так: дан граф $G = (N, A)$, где N – множество вершин, которые соответствуют клиентам и обозначаются $1, 2, ..., n$, а вершина 0 соответствует депо, в котором начинают и заканчивают свой маршрут все ТС; A - множество дуг, которые соединяют соответствующие вершины графа (клиентов). Каждый клиент характеризуется величиной спроса на товар d_i, где $i \in N$ и временем обслуживания $s_i, i \in N$. Каждой дуге ставится в соответствие время переезда ТС от клиента i до клиента j: t_{ij}, где $(i, j) \in$ A и стоимость проезда ТС из i в j, которая составляет c_{ij}. Помимо этого для каждого клиента известен временной интервал $[e_i, l_i]$, где e_i—начало временного окна i-го клиента, а l_i - конец временного окна. Пусть $x_{ijk} = 1$ если маршрут (i, j) был посещен k-ым ТС и x_{ijk}=0 в противном случае, w_i— время ожидания соответствующего ТС у i-го клиента (если t_i - время прибытия к i-ому клиенту меньше e_i), T_k - максимальная продолжительность маршрута k-ого ТС. Тогда математическая модель задачи маршрутизации ТС с учетом временных окон имеет вид:

$$\sum_{i=0}^{n} \sum_{\substack{j=0,\\ j\neq i}}^{n} \sum_{k=1}^{K} c_{ij} x_{ijk} \to \min,$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{0jk} \leqslant 1, k \in \overline{1,K}, \ \sum_{j=1}^{n} x_{0jk} = \sum_{j=1}^{n} x_{j0k} \leqslant 1, k \in \overline{1,K}, \ \sum_{k=1}^{K} \sum_{\substack{i=0,\\ i\neq j}}^{n} x_{ijk} = 1, j \in \overline{1,n},$$

$$\sum_{k=1}^{K} \sum_{\substack{j=0,\\ j\neq i}}^{n} x_{ijk} = 1, i \in \overline{1,n}, \ \sum_{i=1}^{n} \sum_{\substack{j=0,\\ j\neq i}}^{n} x_{ijk}(w_i + s_i + t_{ij}) \leqslant T_k, k \in \overline{1,K}, \ t_0 = w_0 = s_0 = 0,$$

$$x_{ijk}(t_i + w_i + s_i + t_{ij}) \leqslant t_j, i \in \overline{1,n}, j \in \overline{1,n}, (i \neq j), k \in \overline{1,K}, \ e_i \leqslant (t_i + w_i) \leqslant l_i, i \in \overline{1,n}.$$

По своей сложности задачи маршрутизации ТС относятся к NP-полным задачам. Это означает что точными методами за приемлемое время могут быть решены задачи с небольшим количеством узлов. Для реальных практических задач применяются эвристические и метаэвристические методы [1]. В метаэвристических методах упор делается на тщательное изучение наиболее перспективных частей пространства решений. Качество получаемых решений получается выше, чем в полученных классическими эвристиками. К метаэвристическим методам относится Муравьиный алгоритм (далее - АСО) - один из эффективных алгоритмов для нахождения приближенных решений задач поиска маршрутов на графах, родоначальником которого является Марко Дориго [2]. Суть подхода заключается в анализе и использовании модели поведения муравьев, ищущих пути от колонии к источникам пищи. В основе алгоритма лежит маркировка удачных дорог большим количеством феромона.

Схема АСО для решения задачи маршрутизации ТС с учетом временных окон. Муравьиный алгоритм можно представить в виде четырех основных шагов:
Шаг 1. Пока условия выхода не выполняется, повторять шаги:

Шаг 1.1 Создать муравьев.
Шаг 1.2 Найти решение в соответствии с ограничениями по временным окнам.
Шаг 1.3 Обновить феромон.
Шаг 1.4 Дополнительные действия (опционально).

В последнее время было предложено много алгоритмов ACO для решения задач различных задач комбинаторной оптимизации. Однако исследования показывают, что эффективность результатов повышается, если объединить несколько метаэвристик. Разработка гибридных алгоритмов является перспективным направлением, поскольку гибридный алгоритм сочетает в себе преимущества используемых алгоритмов. В качестве второй метаэвристики для разработки гибридного алгоритма был выбран Табу поиск – метаэвристика, созданная Фредом В. Гловером [3], которая значительно повышает производительность локального поиска за счет использования структур памяти. Идеи алгоритмов ACO и Табу поиска очень разные. Табу поиск не основывается на информации из предыдущей итерации, как это делает ACO, а случайно выбирает направление, которое может увеличить пространство поиска. На каждой итерации изучаются окрестности текущего решения методами локального поиска и лучшее решение выбирается в качестве нового текущего решения. Однако, в отличие от классической методики локального поиска, процедура не остановится на первом локальном оптимуме. Если потенциальное решение было найдено ранее или если были нарушены заданные правила, то оно помечается как «табу» (запрещенное) с той целью, чтобы алгоритм не рассматривал данное решение повторно, так как оно не перспективно. Лучшее решение в окрестности будет выбрано в качестве текущего решения, даже если оно хуже, чем текущее решение. Такой подход позволяет методу уйти от локальных оптимумов и изучить большую часть пространства поиска [4].

Схема Гибридного алгоритма. Предложенная схема гибридного алгоритма базируется на схеме ACO с добавлением итераций Табу поиска:
Шаг 1. Пока условия выхода не выполняется, повторять шаги:
Шаг 1.1 Создать муравьев.
Шаг 1.2 Найти решение в соответствии с ограничениями по временным окнам.
Шаг 1.3 Определить статус Табу поиска. Если ACO получает n_{max} последовательных одинаковых решений, то рассматриваются решения вблизи оптимума или локальных оптимумов. Если Табу поиск не был использован, то перейти на Шаг 1.4, иначе – следующая итерация ACO.
Шаг 1.4 Выполнять, пока не выполнятся условия выхода из Табу поиска. Преобразовать Табу поиском текущее лучшее решение, найденное ACO. Найти соседние решения и перейти к лучшему соседнему решению.
Шаг 1.5 Обновить феромон.

Выводы. Целью решения задач маршрутизации транспорта является составление маршрутов ТС с минимальными расходами. Для улучшения Муравьиного алгоритма перспективным является изучение изменений константных параметров алгоритма (α, β) с целью динамического их изменения в процессе работы алгоритма, а также экспериментальное исследование диапазона изменения феромона ρ, в пределах которого будет достигаться наилучшее решение. Помимо этого, качественным улучшением метаэвристики является разработка гибридного алгоритма, который сочетает в себе преимущества нескольких метаэвристик и позволят достичь существенного улучшения результатов.

Литература. **1.** N. A. El-Sherbeny, “Vehicle routing with time windows: An overview of exact, heuristic and metaheuristic methods”, Journal of King Saud University - Science, vol. 22, no. 3, pp. 123–131, Jul. 2010. **2.** M. Dorigo and T. Stützle, “Ant colony Optimization”, p. 321, 2004. **3.** F. Glover and C. McMillan “The general employee scheduling problem: an integration of MS and AI”, Computers and Operations Research, 1986. **4.** B. Yu, Z. Z. Yang, B. Z.Yao, “A hybrid algorithm for vehicle routing problem with time windows”, Expert Systems with Applications, no. 38, pp. 435-441, Jan. 2011.

Братусь О.В., Подладчіков В.М.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Розробка методів прогнозування на основі фільтра Калмана

Під час проведення аналізу часових рядів зазвичай увага звертається тільки на значення ряду. При розгляді та розв'язанні прикладних задач велику інформаційну цінність може мати також швидкість зміни значень часового ряду [1]. Тому досліджується математична модель, в якій компонентами вектора стану є значення часового ряду та швидкість зміни цих значень [2].

Розглядаються наступні параметри математичної моделі: математичне сподівання прискорення зміни значень вибірки даних, дисперсія прискорення зміни значень вибірки даних, математичне сподівання помилки вимірів, дисперсія помилки вимірів, інтервал часу між вимірами. Математичне сподівання помилки вимірів вважається рівним нулю [2]. Розглядається фіксований інтервал часу між вимірами [2]. Всі інші перераховані параметри підлягають оцінюванню.

Запропоновано алгоритми оцінювання математичного сподівання прискорення зміни значень вибірки даних. За цими алгоритмами проведено імітаційне моделювання для випадкового процесу для однієї реалізації та за ансамблем реалізацій [3]. Побудовано графіки значень статистичної дисперсії оцінки математичного сподівання прискорення зміни значень вибірки даних для однієї реалізації та за ансамблем реалізацій. Отримані результати імітаційного моделювання показують ефективність запропонованих алгоритмів.

Розглянуто алгоритми оцінювання дисперсії прискорення зміни значень вибірки даних [2]. За цими алгоритмами проведено імітаційне моделювання для випадкового процесу для однієї реалізації та за ансамблем реалізацій [3]. Побудовано графіки значень статистичної дисперсії оцінки дисперсії прискорення зміни значень вибірки даних для однієї реалізації та за ансамблем реалізацій. На основі проведеного імітаційного моделювання обрано кращий алгоритм.

Розглянуто алгоритм оцінювання дисперсії помилки вимірів [2]. Проведено імітаційне моделювання для випадкового процесу для однієї реалізації та за ансамблем реалізацій [3]. Побудовано графіки значень статистичної дисперсії оцінки дисперсії помилки вимірів для однієї реалізації та за ансамблем реалізацій. Показано ефективність наведеного алгоритму за отриманими результатами імітаційного моделювання.

Побудовано адаптивний фільтр Калмана. Розроблено методи прогнозування за багатовимірною моделлю на основі фільтра Калмана з використанням оцінок значень математичного сподівання прискорення зміни значень вибірки даних, дисперсії прискорення зміни значень вибірки даних, дисперсії помилки вимірів, знайдених за допомогою перерахованих вище алгоритмів оцінювання.

На основі вибірки даних про середньодобові ціни Лондонської біржі металів [4] виконано побудову математичних моделей за розробленими методами на основі фільтра Калмана, а також побудовано моделі експоненційного згладжування, авторегресії, авторегресії з ковзним середнім. Розраховано статистичні та прогнозні характеристики [5, 6] для цих моделей та проведено їх порівняння. Методи на основі фільтра Калмана показали хороші результати.

Література. **1.** Фильтрация и стохастическое управление в динамических системах: под ред. К. Т. Леондеса. – М.: Мир, 1980. – 407 с. **2.** М.З. Згуровский, В.Н. Подладчиков. Аналитические методы калмановской фильтрации для систем с априорной неопределённостью.– К.: Наукова думка, 1995. – 283 с. **3.** Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 540 с. **4.** Офіційний сайт Лондонської біржі металів. Розділ "Історичні дані": http://www.lme.com/pricing-and-data/historical-data/. **5.** Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: учеб. пособие / Лукашин Ю.П. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с. **6.** Бідюк П.І. Проектування комп'ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень: навч. посібник / Бідюк П.І., Коршевнюк Л.О. – К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ", 2010. – 340 с.

Бідюк П.І., Гуз Т.С.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Оцінювання та прогнозування волатильності фінансового ринку

Висока ступінь мінливості фінансового ринку обумовлює необхідність формування ефективних концепцій підходу до аналізу волатильності. Моделювання волатильності є основою для моделювання багатьох ринкових ризиків. Волатильність є ключовим параметром при виконанні торгових операцій, при оцінюванні можливих ризиків у процесі виконання валютних операцій. Врахування ринкових ризиків є обов'язковим для більшості операцій з цінними паперами і використовується банками для встановлення лімітів на фінансові інструменти з метою контролю ризиків позицій. Моделювання та прогнозування волатильності використовується для управління операціями купівлі та продажу акцій на біржі, врахування кредитного та інших ризиків у банківській діяльності.

Поширеною моделлю для опису фінансових гетероскедастичних процесів є узагальнена авторегресія з умовною гетероскедастичністю (УАРУГ). Вона використовується до процесів, що мають кластерний характер волатильності. У даній моделі враховується умовна дисперсія від минулої поведінки квадратів значень основної змінної та ковзне середнє минулих умовних дисперсій. Однією з модифікацій методу є експоненційна модель УАРУГ (Е-УАРУГ). У ній умовна дисперсія представляється як асиметрична функція залишків, тобто моделюється вплив попередніх значень ряду залишків на волатильність. Ще одним розширенням є модель УАРУГ-М (модифікована), у якій виконується моделювання премії за ризик [1].

Для оцінювання параметрів моделей гетероскедастичних процесів можна скористатись такими методами: метод максимальної правдоподібності, що дає консистентні й асимптотично ефективні оцінки, алгоритм адаптивного відбраковування ARMS, що складається з двох алгоритмів: алгоритму Гастінгса-Метрополіса та алгоритму «адаптивного відбраковування», метод Монте-Карло для марковських ланцюгів та інші [2].

Було проаналізовано дві моделі УАРУГ та Е-УАРУГ. Для оцінювання параметрів моделей використано метод Монте-Карло для марковських ланцюгів. У таблиці 1 наведено результати розрахунків показників якості для однокрокового прогнозу та адекватності даних моделей.

Табл. 1. Характеристики оцінок прогнозів та моделей

	Характеристики прогнозу			Характеристики моделі		
Тип моделі	Середній квадрат похибки	Середня абсолютна похибка в процентах	Коефіцієнт Тейла	Коефіцієнт детермінації	Сума квадратів похибок моделі	Статистика Дарбіна-Уотсона
УАРУГ	0,7473	58,1307	0,3361	0,9136	509,975	2,622
Е-УАРУГ	0,3487	9,2195	0,1357	0,9321	239,384	2,217

Висновок. Оцінено дві структури моделей динаміки умовної дисперсії. Мінімальне значення середньої абсолютної похибки у процентах досягнуто для моделі Е-УАРУГ (САПП = 9,22%). Дещо гірші результати прогнозування продемонструвала у даному випадку модель УАРУГ (САПП = 58,1%), що можна пояснити високою складністю динаміки прогнозованого процесу та деякими недоліками моделей такої структури.

Література. **1.** Бідюк П.І. Системний підхід до прогнозування на основі моделей часових рядів // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2003. — № 3. — С. 103-104. **2.** Бідюк П. І., Коновалюк М. М., Кожухівська О. А. Оцінювання моделей стохастичної волатильності та УАРУГ на Java // Наукові праці. Комп'ютерні технології. – Т. 191. – С. 14-20.

Бідюк П.І., Сіленко В.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Автоматизований вибір прогнозуючих моделей у ІСППР

Вступ. Актуальність задачі. В роботі пропонується проект інформаційної системи підтримки прийняття рішень (ІСППР) для побудови моделей фінансово-економічних процесів (ФЕП) і автоматизованого вибору кращої прогнозуючої моделі за інтегрованим критерієм якості моделей і оцінок прогнозів. Проект буде реалізований з використанням методів прикладної статистики (кореляційний аналіз, аналіз якості даних, моделей і прогнозів, аналіз типів розподілів), регресійного аналізу (авторегресія, множинна регресія в лінійних та нелінійних постановках) та проектування ІСППР. Необхідність створення даної системи є актуальною, оскільки, по-перше, сучасні економічні процеси характеризуються ускладненням своєї поведінки з часом і використання моделей тільки одного вигляду не є адекватним; по-друге, запропонована ІСППР дозволить більш гнучко проводити аналіз фінансових процесів; по-третє, оцінки прогнозів необхідні для прийняття коректних рішень у різних галузях діяльності і ІСППР можна буде розширити на різні типи економічних процесів.

На рис. 1 пропонується архітектура розроблюваної ІСППР. На рис. 2 пропонується структурна схема розроблюваної ІСППР, де МС – мовна система, БЗД – база знань та даних, СОДГР – система обробки даних та генерування результатів, СПР – система представлення результатів.

Рис. 1. Архітектура ІСППР

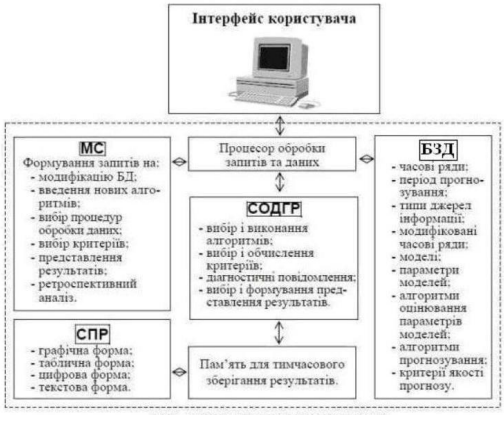


Рис. 2. Узагальнена архітектура ІСППР

Короткі теоретичні відомості. Самими популярними на сьогодні моделями для прогнозування процесів є такі [1]: регресійні моделі (наприклад, авторегресія з інтегрованим ковзним середнім); моделі у формі поліномів Колмогорова-Габора (метод групового урахування аргументів); нейронні мережі; нейро-нечіткі моделі; регресія на опорних векторах; ймовірнісні моделі байєсівського типу і т. ін. Оцінка прогнозу – це умовне математичне сподівання функції, яка дає можливість обчислювати майбутнє значення основної змінної. Оцінка прогнозу показує якість роботи методу прогнозування в прогнозуючій моделі. Оцінки прогнозів необхідні: для систем автоматичного керування; для прийняття рішень в економіці та фінансах; для оцінювання фінансових, економічних, ринкових, технічних та інших ризиків; для оцінювання особистих рішень. Однією із основних задач, що виникають у прогнозуванні, є побудова моделей, адекватних досліджуваним ФЕП. Для розв'язання цієї задачі необхідно будувати ІСППР. ІСППР – це інформаційно-аналітичні системи, які, використовуючи знання експертів, надають користувачу (особі, що приймає рішення (ОПР)) будь-яку допомогу при прийнятті рішень залежно від постановки задачі: (1) – у пошуку інформації і створенні бази даних; (2) – у статистичній обробці даних, поданих у вигляді: часових рядів, сформованих через постійний період дискретизації TS, або часових перерізів – даних, що характеризують об'єкт дослідження на вибраний момент часу; (3) - у побудові моделей різних типів; (4) - у розв'язанні оптиміза-

ційних задач; (5) – у представленні результатів і даних у зручній для сприйняття формі [2]. Основними завданнями ІСППР є: підготовка даних (нелінійні нестаціонарні гетероскедастичні ФЕП) для ОПР (для цього використовуються підсистема вводу-виводу та підсистема збереження); надання рекомендацій ОПР щодо вибору кращої за множиною критеріїв прогнозуючої моделі (для цього використовуються підсистема збереження інформації та підсистема аналізу).

Вирішення задачі. Наведемо опис структури ІСППР для автоматизації вибору прогнозуючої моделі ФЕП. Базу даних будуть поповнювати нелінійні нестаціонарні гетероскедастичні (зі змінною в часі дисперсією) процеси, що виникають у економіці та фінансах (ціноутворення активів, доходність і т.ін.). Базу знань будемо поповнювати критеріями якості стосовно: даних (ФЕП) і експертних оцінок, прогнозу (середньоквадратична похибка (СКП), середня абсолютна похибка (у відсотках), коефіцієнт Тейла), регресійних моделей, рішень. Базу знань також поповнимо інформацією про структуру та параметри регресійної моделі, алгоритмами обробки даних, концептуальною та оціночною (у деяких шкалах) експертною інформацією, можливими формами (графічна, таблична, цифрова, текстова) представлення результатів (рішення або керуючого впливу), інформацією про тип ФЕП (нелінійні нестаціонарні гетероскедастичні процеси). Структура моделі характеризується такими елементами: розмірністю моделі, порядком моделі, часом запізнення (лагом) і його фактичною оцінкою, яка відповідає конкретній постановці, нелінійністю процесу та її типом (стосовно змінних, стосовно параметрів моделі), збуренням і його типом (розподілом). На основі інформації, отриманої з бази знань, будується структура регресійної моделі оцінювання короткострокових прогнозів та прогнозу. На основі експериментальних або статистичних даних, отриманих з бази даних, оцінюється структура моделі і її параметри (коефіцієнти) та обчислюються оцінки прогнозів. Для оцінювання структури моделі обчислюється автокореляційна функція (АКФ), часткова автокореляційна функція (ЧАКФ), кореляційна матриця, оцінюється лаг (час запізнення реакції по відношенню до входу) і визначається тип збурення (тип розподілу). Якщо дані містять нелінійності, то вони також враховуються у структурі моделі. На кожному етапі обробки статистичних даних і експертних оцінок використовується відповідна множина критеріїв якості з метою вибору кращого рішення. В результаті на основі критеріїв аналітик обирає з множини альтернатив кращу альтернативу за множиною відповідних критеріїв. Якість рішень визначається за допомогою того критерію якості рішень, який визначається конкретною постановкою задачі. Для забезпечення автоматизованого вибору кращої моделі прогнозування використовується інтегральний критерій якості моделі, який враховує характеристики адекватності моделі і якості прогнозів.

Приклад інтегрального критерію якості для автоматизованого вибору кращої прогнозуючої моделі наведено у статті [3]. Приклад побудови прогнозуючої авторегресійної моделі наведено у роботі[1].

Висновки. Таким чином, представлено проект ІСППР для побудови регресійних моделей і їх застосування до оцінювання короткострокових прогнозів. Проект планується реалізувати у середовищі MATLAB, а також провести порівняння (тестування) отриманих результатів з іншими системами (EViews, SAS) для аналізу якості побудови моделі, прогнозу. Надалі планується виконати роботу стосовно розширення функцій ІСППР у напрямі розширення типів економічних процесів, множини методів оцінювання параметрів моделей і функцій прогнозування ФЕП. Планується також додати до бази знань алгоритми інтелектуального аналізу даних, наприклад, методи байєсівського аналізу даних для прогнозування та прийняття рішень з використанням параметрів розподілів (збурення моделі) шляхом побудови і використання умовних розподілів ймовірностей змінних, які характеризують поведінку процесу.

Література. **1.** Бідюк П. І., Романенко В. Д., Тимощук О. Л. Аналіз часових рядів (навчальний посібник). – К.: Політехніка, 2010. – 317 с. **2.** Бідюк П. І., Коршевнюк Л.О. Проектування комп'ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень. – К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ", 2010. - 340 с. **3.** Бідюк П. І. Адаптивне прогнозування фінансово-економічних процесів на основі принципів системного аналізу: стаття Наукові вісті НТУУ «КПІ», 2009, № 5, с. 54-61.

Винокуров Д.С., Фесечко Д.В. *— рецензент Мурга М.О.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Порівняння методів кластеризації для задачі сегментації зображень

Сегментацією зображення називається його розбиття на області. Ці області відповідають реальним об'єктам, або їх частинам, а межі областей відповідають межам об'єктів. Сегментація є одним з основних етапів задачі розпізнавання образів.

Підходи до сегментації зображень. В наш час відомо достатньо багато різних підходів до сегментації зображень. Серед них методи, що базуються на ентропії, відтінках сірого, локальних порогах, піксельній кореляції та методи, засновані на кластеризації.

Кластери в контексті зображень. Кластер – множина елементів, що мають спільні властивості та поведінка яких схожа за певних умов. В контексті зображень кластерами можна вважати набір точок зображення, що мають схожі кольорові характеристики. Кластеризація – загальна назва підходів та методів до групування елементів у кластери. Оскільки сегментація зображень потребує розбиття його на елементи, схожі за своєю структурою, то кластеризація в багатьох випадках є надзвичайно ефективним інструментом сегментації зображень.

Кластеризація зображення за кольором. Для зведення задачі сегментації до задачі кластеризації необхідно ввести відображення точок зображення в деякий простір ознак і ввести метрику на цьому просторі ознак. Прикладом такої метрики є різниця між значеннями, що відповідають кольорам точок в деякому кольоровому просторі.

Огляд кольорових просторів. Існує достатньо багато різних кольорових просторів. В більшості випадків колір представляється у вигляді кортежу с трьох чи чотирьох чисел. Більшість моделей представлення кольору базується на фізіологічних особливостях людського ока та технічних можливостях перетворення кортежу, що представляє колір в реальне зображення на моніторі, принтері, або іншому пристрої. Найбільш поширеним є кольорова модель RGB, в якій кожен колір представлено як комбінація червоного, зеленого та синього. Дана модель є найбільш поширеною через відносту простоту її використання в моніторах сучасних комп'ютерів. Тому використовувалися зображення саме в форматі RGB.

Використані методи. Відома велика кількість різних підходів до кластеризації, що базуються в основному на ймовірнісному підході та нечіткій логіці. Для сегментації зображень в роботі порівнюють методи кластеризації К-середніх та Густавсона-Кесселя з випадковою передініціалізацією чи при застосуванні методу різницевого групування.

Вхідні дані. Вхідними даними в задачі є зображення, які мають бути сегментовані. Для повноти результатів дослідження в якості вхідних параметрів використовуються зображення з різними характеристиками: змінюється розмір різнокольорових елементів, відношення розмірів, різні взаєморозташування елементів зображення з важко розрізнюваними елементами.

Метод К-середніх. Метод К-середніх полягає у довільному введенні К точок, розбиття вихідної множини на точки з мінімізацією сумарного квадрата відстаней до найближчої з К точок. Після цього для кожного з отриманих клстерів обчислюється центр мас. Такі точки будуть К-середніми для наступної ітерації.

Метод Густавсона-Кесселя. Метод Густавсона-Кесселя – модифікація методу нечітких К-середніх. Модифікація полягає у використанні адаптивної норми для кожного з кластерів. Це дозволяє отримувати кластери довільної геометричної форми. Нечіткий метод відрізняється від базового тим, що кожен елемент належить до кожного кластера із степенем належності від 0 до 1.

Порівняння запропонованих методів. Для оцінки ефективності сегментації проводиться порівняння методів з людиною. Для зображення, сегментованого людиною, розраховується значення критерія Хі-Бені. Далі, значення критерія розраховувалося для методів сегментизації і проводився їх аналіз. Результати цих досліджень будуть представлені в доповіді.

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Волошин М.І.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Ціноутворення банківських депозитів фізичних осіб з урахуванням ризику ліквідності

В процесі депозитної діяльності банк перш за все наражається на ризик ліквідності, який проявляється ризиком відмови від перевкладення та ризиком дострокового повернення депозиту. Через те, що довгострокові кредити зазвичай фінансуються короткостроковими депозитами, відмова від перевкладення депозиту породжує ризик ліквідності. Дострокове повернення депозиту фізичної особи передбачене Цивільним кодексом України [1, стаття 1060], тому банки неминуче стикаються з ним. Ціноутворення депозитів має враховувати ризики, які породжуються депозитною діяльністю [2, стор. 18, 35], [3, стор. 64, 67].

При вирішенні задачі ціноутворення банківських депозитів з урахуванням ризиків використано підхід, запропонований у роботі [4]. Кожен вид ризику компенсується за допомогою спредів, які віднімаються від певної безризикової процентної ставки:

$$r_d^{(p)}(t) = r_{rf}(t) - s_{RO}^{(p)}(t) - s_{EW}^{(p)}(t) \tag{1}$$

Спреди $s_{RO}^{(p)}$ та $s_{EW}^{(p)}$ обчислюються, виходячи з умови: величина економії на процентних витратах, що забезпечується спредами, має бути рівною величині грошового потоку під відповідними видами ризику. Тобто, банк покриває ризики виключно за допомогою економії на процентних витратах. Для оцінки величини можливих ризиків розроблені відповідні моделі грошових потоків перевкладення та дострокового повернення депозитів. Спреди знаходять, вирішуючи систему таких рівнянь:

$$\begin{cases} Ct^{(p)}(t) \cdot (1 - k_{EW}^{(p)}) \cdot s_{RO}^{(p)}(t) \cdot \frac{m^{(p)}}{B} = Ct^{(p)}(t) \cdot (1 - k_{EW}^{(p)}) \cdot k_{RO}^{(p)}, \\ Ct^{(p)}(t) \cdot (1 - k_{EW}^{(p)}) \cdot s_{EW}^{(p)}(t) \cdot \frac{m^{(p)}}{B} = Ct^{(p)}(t) \cdot k_{EW}^{(p)}. \end{cases} \tag{2}$$

де $Ct^{(p)}(t)$ – грошовий потік залучення депозитів для продукту p на момент часу t; $k_{RO}^{(p)}$ – частка депозитів, яка по завершенню строку $m^{(p)}$ буде вилучена з банку через відмову від перевкладення; $k_{EW}^{(p)}$ – частка депозитів, яка повернеться достроково протягом строку залучення депозиту $m^{(p)}$; B – (база) кількість днів у році ($B = 365$).

Зауважимо, що під депозитним продуктом p розуміється депозит, який має унікальний набір характеристик: строк, валюта, умови нарахування та сплати відсотків тощо.

Перше рівняння системи (2) враховує ризик відмови від перевкладення. Ліва частина рівняння враховує економію на процентних витратах, яка забезпечується спредом $s_{RO}^{(p)}$. Права частина рівняння описує потік депозитів, які не будуть перевкладені по завершенні строку дії договору $m^{(p)}$ або грошовий потік під ризиком відмови від перевкладення. Аналогічно побудоване друге рівняння системи (2), що враховує ризик дострокового повернення. Якщо коефіцієнти $k_{RO}^{(p)}$ та $k_{EW}^{(p)}$ незмінні в часі, враховуючи (1) та (2), отримуємо:

$$s_{RO}^{(p)}(t) = \frac{B \cdot k_{RO}^{(p)}}{m^{(p)}}, \quad s_{EW}^{(p)}(t) = \frac{B \cdot k_{EW}^{(p)}}{m^{(p)} \cdot (1 - k_{EW}^{(p)})}. \tag{3}$$

Слід зазначити, що зазвичай банки застосовують штраф за дострокове повернення у вигляді зниження процентної ставки за депозитом до рівня ставки до запитання. У доповіді також розглядається модифікація систем рівнянь (2) та (3), яка враховує застосування цього штрафу.

Література. **1.** Цивільний кодекс України від 16.01.2003 р. // Офіц. вісн. України. – 2003. – № 11. **2.** Конюховский П.В. Микроэкономическое моделирование банковской деятельности. – СПб.: Питер, 2001 **3.** Управління ризиками базових банківських операцій / А. О. Єпіфанов, Т. А. Васильєва, С. М. Козьменко та ін. – Суми, 2012. **4.** Волошин І.В., Волошин М.І. Комплексне управління ризиками комерційного банку маркет-мейкера на основі підходу «грошовий потік під ризиком» // Економіка, менеджмент, бізнес. – 2012. – Т. 2. – № 2(6).

Волошин Н.В.
Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова, Киев, Украина

Автоматическое распознавание лакун интрофизическим методом

К очень распространенным и чрезвычайно важным знакам радужки относятся расщепления и углубления в ее строме. В литературе они получили название лакун (от латинского Lacuna – углубление, провал) или крипт (от греческого Krypte – углубление, подземный ход). Это распространенный и наиболее важный знак. Лакуны могут быть наследственными (наблюдается в 80 процентах) и приобретенными.

По виду лакуны можно определить стадию заболевания (острый, подстрой, хронический или дегенеративный процесс) или, что более правильно, степень выраженности изменения органов (незначительные, легкие, умеренные или грубые).

Локализация лакуны имеет большее значение, чем размеры. Например, маленькая лакуна в зоне гипофиза может быть при аденоме гипофиза, а лакуна больших размеров при миозитах и другой менее грозной патологии, чем аденома гипофиза. При наличии нескольких лакун на одной радужке нередко большее значение надо придавать более крупным. Это касается в первую очередь наследственных лакун, т.к. велика вероятность возникновения патологических процессов в них.

При проектировке автоматической системы иридодиагностики очень важно заложить идентификацию данных генетических особенностей. Для решение данной задачи используется интроформационный метод. Для работы данного метода нужно сформировать статистическую выборку из соответствующих элементов, которые принадлежат к классу «лакун». Это закодированные текстуры цифровых изображений лакун в градациях серого (цветные изображения несут избыточную информацию). Для того чтобы закодировать текстуру используется метод локальных бинарных шаблонов (ЛБШ).

ЛБШ определяется для каждого пикселя в качестве порога для соседних пикселей, а также в виде бинарной строчки бит. ЛБШ представляет собой описание очертания пикселя изображения в двоичной форме. Оператор ЛБШ, который применяется к пикселю изображения, использует восемь точек очертания, принимая центральный пиксель в качестве порога. Пиксели, которые имеют значение больше, чем центральный пиксель или равны ему, принимают значение «1», те, которые, меньше центрального, принимают значение «0». Таким образом, получается восьмиразрядный двоичный код, описывающий очертание пикселя. Затем данные коды переводятся в десятичную систему, и формируется гистограмма изображения. Изображение разбивается на $k \times k$ областей. Для представления глобального описания изображения, все гистограммы областей объединяются в одну гистограмму. Каждый ЛБШ-код представляет тип микроизображения структуры, а их распределение используется в качестве описания текстуры.

При классификации изображений используется метод нахождения наименьшего расстояния между гистограммами. Расстояние между изображениями S и M определяется по формуле:

$$\lambda^2(S,M) = \sum_{j=1}^{k}\left(\sum_{i=1}^{k}\frac{(S_{i,j}-M_{i,j})^2}{S_{i,j}+M_{i,j}}\right) \tag{1}$$

На основе этих расстояний (1) строится статистическая выборка, которая позволяет оценить проявление «события появления» лакуны на изображении (D), а также условия (b):

$$p_0 = p(D_0)$$
$$p_j = p(D_0/b_j), \qquad j = \overline{1,n}$$

По известным вероятностям проявлениям (действиям) системы рассчитывается ее опреде-

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

ленность по отношению к этим проявлениям:

$$d_j = \begin{cases} +0.5 \cdot \sqrt{\frac{p_j}{1-p_i} + \frac{1-p_j}{p_i} - 2} & p_j \geqslant 0.5 \\ -0.5 \cdot \sqrt{\frac{p_j}{1-p_i} + \frac{1-p_j}{p_i} - 2} & p_j < 0.5 \end{cases} \quad (2)$$

По известной определенности системы (2) рассчитывается ее информированность:

$$i_j = \sqrt{d_j^2 + 1} \qquad j = \overline{0,n} \quad (3)$$

Потом вычисляется суммарное, по всем действиям на систему, приращение определенности действия системы. При этом используется интрофомационное представление изменения импульса объектов:

$$\Delta d^P = i_0 \sum_{j=1}^{n} d_j - d_0 \sum_{j=1}^{n} i_j \quad (4)$$

, либо интроформационное представление изменения кинетической энергии:

$$\Delta d^E = \begin{cases} +\sqrt{\frac{\alpha^2}{2} + \sqrt{\frac{\alpha^4}{4} + \alpha^2}}, & sgn\left(\sum_{j=1}^{n}(d_j \cdot i_0 - d_0 \cdot i_j)\right) \geqslant 0 \\ -\sqrt{\frac{\alpha^2}{2} + \sqrt{\frac{\alpha^4}{4} + \alpha^2}}, & sgn\left(\sum_{j=1}^{n}(d_j \cdot i_0 - d_0 \cdot i_j)\right) < 0 \end{cases} \quad (5)$$

, где

$$\alpha = \sum_{j=1}^{n} \left[sgn\left((d_j \cdot i_0 - d_0 \cdot i_j)\right) \cdot \frac{(d_j \cdot i_0 - d_0 \cdot i_j)^2}{\sqrt{(d_j \cdot i_0 - d_0 \cdot i_j)^2 + 1}} \right] \quad (6)$$

На основе интроформационного представления (4) либо (5) вычисляется приращение информированности системы:

$$\Delta i = \sqrt{\Delta d^2 + 1} \quad (7)$$

Потом можно вычислить новую определенность действий системы:

$$d_\sum = \Delta d \cdot i_0 + d_0 \cdot \Delta i \quad (8)$$

и новую информированность действия системы:

$$i_\sum = \sqrt{d_\sum^2 + 1} \quad (9)$$

На основе полученных данных вычисляется соответствующее физическим законам вероятности действие системы:

$$p_\sum = p(D_0/b_1, ..., b_j, ..., b_n) \approx 0.5 + \frac{d_\sum}{2 \cdot i_\sum} \quad (10)$$

Идея приведенного метода состоит в том, что он указывает на ожидаемую «реакцию» системы на проявления (D) при определенных условиях (b), а именно на основе полученного опыта (статистическая выборка) класса «лакун» и «не лакун».

Ворчак И.А., Терновой М.Ю., Штогрина Е.С.
Институт телекоммуникационных систем НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Комбинирование алгоритма муравьиных колоний и генетического алгоритма для интеграции баз нечетких знаний

В работе предложен метод интеграции баз нечётких знаний. Метод сочетает в себе преимущества алгоритма муравьиных колоний и генетического алгоритма. Полученную в результате интегрирования базу нечетких знаний можно использовать для построения нечеткого логического вывода используя знания из разных предметных областей.

Системы поддержки принятия решений являются человеко-машинными системами, которые позволяют лицам, принимающим решения, использовать данные, знания, субъективные и объективные модели для анализа и решения слабоструктурированных и неструктурированных проблем. Важным источником информации и основной частью систем нацеленных на поддержку принятия решений, а так же экспертных систем, являются базы нечетких знаний. Базой нечётких знаний (БНЗ) называется совокупность нечетких правил "Если – то", описывающих взаимосвязь между входами и выходами некоторого объекта [1].

В случае, когда БНЗ разрабатываются в рамках разных систем, то возникает задача интеграции таких БНЗ. Под интеграцией БНЗ понимается получение такой результирующей БНЗ, состоящей из правил интегрируемых БНЗ, которые наиболее полно описывали бы предметную область.

Существуют различные методы интеграции баз нечётких знаний [2–4], которые в процессе своей работы ориентированы на оценку качества отдельных нечётких правил. Наибольший интерес из этих методов представляет метод интеграции на основе генетических алгоритмов (ГА) [2], который предоставляет высокую скорость сходимости. Главным недостатком этого метода является то, что он имеет тенденцию сходиться к локальному оптимуму, вместо глобального. В работе [5] предложен метод интеграции БНЗ с использованием алгоритма муравьиных колоний (МК). Алгоритм МК ориентирован на оценку БНЗ в целом, что позволяет учесть взаимосвязь между правилами. Однако недостатком алгоритма МК является невысокая скорость сходимости. Это связано с небольшим количеством агентов, которые выделяют феромоны на ранних этапах процесса интеграции. Исходя из достоинств обоих методов, предлагается метод интеграции БНЗ на основе алгоритма МК и генетического алгоритма. В предлагаемом методе каждое новое поколение ГА добавляется в популяцию алгоритма МК. Решения алгоритма МК по каждой популяции образовывают новые поколения ГА. После чего группа решений проходит через несколько эволюций ГА. Если новое поколение ГА перестает отличаться от предыдущего поколения, то интеграция БНЗ завершается. В результате применения предложенного метода будет получено глобальное оптимальное решение, которое принимается алгоритмом МК из субоптимальных решений ГА. Предложенный метод интеграции будет обладать скоростью сходимости большей, чем алгоритм муравьиных колоний, а также позволит избежать проблемы нахождения локального решения присущего генетическому алгоритму.

Литература. **1.** Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем / В.Ф. Хорошевский, Т.А. Гарилова // СПб: Питер 2000, стр. 384. **2.** Wang Ching-Hung Integrating Fuzzy Knowledge by Genetic Algorithms / Ching-Hung Wang, Tzung-Pei Hong, and Shian-Shyong Tseng // IEEE Transactions on Evolutionary Computation, VOL. 2, NO. 4, NOVEMBER 1998. pp.138-149. **3.** Gerard dece Melo Graph-based Methods for Large-scale Multilingual Knowledge Integration / dece Melo Gerard // Universaar (2006) ISBN 3862230287 pp 72-78. **4.** Guillaume Serge Expert guided integration of induced knowledge into a fuzzy knowledge base / Serge Guillaume, Luis Magdalena // Soft Computing (2006) VOL. 10, NO. 9, pp 773-784 **5.** Oleynik A.A. The fuzzy rule base reduction based on multiagent approach / A.A. Oleynik, S.A. Subbotin // Herald of the National Technical University "KhPI", Subject issue: Information Science and Modelling.– Kharkov: NTU "KhPI". 2009 VOL. 43. pp 126 – 137.

Гнатенко П.А. *— рецензент Зайченко Е.Ю.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Использование нечетких нейронных сетей для борьбы с фишингом

Фишинг – это особый вид компьютерного мошенничества.

Фишинг-атаки организуются следующим образом: киберпреступники создают подложный сайт, который выглядит в точности так же, как сайт банка или сайт, производящий финансовые расчеты через интернет. Затем мошенники пытаются обманным путем добиться, чтобы пользователь посетил фальшивый сайт и ввел на нем свои конфиденциальные данные – например, регистрационное имя, пароль или PIN-код. Используя их, злоумышленники крадут деньги со счетов попавшихся на удочку пользователей.

Обычно для привлечения пользователей на подложный сайт используется массовая рассылка электронных сообщений, которые выглядят так, как будто они отправлены банком или иным реально существующим финансовым учреждением, но при этом содержат ссылку на подложный сайт. Пройдя по ссылке, вы попадаете на поддельный сайт, где вам предлагается ввести ваши учетные данные. Часто в фишинг-сообщениях используются те же логотипы и оформление, что и в письмах настоящего банка, а также ссылки, похожие на реальный адрес банка в интернете. Кроме того, сообщение может содержать ваше имя, как будто оно действительно адресовано вам лично. В письмах мошенников обычно приводится правдоподобная причина, требующая ввода вами на сайте "банка" своих данных. Например, ваш банк якобы проводит выборочную проверку безопасности учетных записей или изменил свою компьютерную инфраструктуру, в связи с чем всем клиентам необходимо заново ввести свои личные данные [1].

В настоящее время фишинг-сообщения представляют собой серьезную угрозу для электронной коммерции так как широко используются злоумышленниками для обмана не только физических лиц, но и целых организаций. Наибольшее количество атак направлено на финансовые учреждения.

По данным из пресс-релиза Thomas M. (Gartner Inc.) только из-за данного вида киберпреступлений более 3.6 млн. пользователей в США потеряли свои финансовые сбережения в 2007 году. Общая сумма потерь оценивается в $3.2 млрд [2]. В январе 2013 года компания Symantec публикует свой ежемесячный отчет, в котором сообщает что, на текущий момент, среди каждых 508.6 электронных сообщений обнаруживается 1 фишинг-атака [3].

Существует множество подходов, используемых для борьбы с фишингом. Наиболее популярные среди них - "черные" списки зловредных сайтов, усложненные процедуры авторизации, спам-фильтры, программы мониторинга и т.д.

Одной из основных проблем, повышающих уровень сложности обнаружения фишинг-сообщения, являются атаки "нулевого дня" - новые, до этого неизвестные уязвимости, которые не были учтены при построении защитных механизмов. Поэтому существует острая необходимость в создании или в применении совершенно других подходов для борьбы с фишингом.

В рамках данной работы была поставлена цель создать программный продукт, использующий современные методы из области машинного обучения, а именно нечеткие нейронные сети [4], способного своевременно выявить фишинг-сообщение, а также предсказать атаку "нулевого дня".

Литература. **1.** Фишинг [Электронный ресурс] / ЗАО «Лаборатория Касперского» - Электрон. текстовые дан. - Режим доступа : http://www.kaspersky.ru/phishing, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. рус. **2.** Gartner Survey Shows Phishing Attacks Escalated in 2007 [Электронный ресурс] / Gartner Inc. ; Thomas M. - Электрон. пресс-релиз. - Режим доступа : http://www.gartner.com/newsroom/id/565125, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. **3.** Symantec Intelligence Report: January 2013 [Электронный ресурс] / Symantec Corporation ; Cyber Security Threat Analyst Ben N. - Электрон. дан. - Режим доступа : http://www.symantec.com/content/en/us/enterprise/other_resources/b-intelligence_report_01-2013.en-us.pdf, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. англ. **4.** Ю.П. Зайченко. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. - К.:"Издательский Дом "Слово", 2008. - 344 с.

***Гуляницький Л.Ф.*[1,2] *Павленко А.І.*[2]**

[1] *Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України, Київ, Україна;* [2] *Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФІОТ, Київ, Україна*

Розробка і дослідження еволюційних методів прогнозування

Одним із перспективних напрямів методів прогнозування є використання алгоритмів, здатних до самонавчання. Метою навчання може виступати побудова моделі досліджуваної системи, яка адекватно описує її поведінку. Такі алгоритми аналізують впливи на систему та її реакції. Проблема прогнозування майбутнього стану характеристик спостережуваної системи може бути вирішена на базі двох гіпотез: гіпотези повторюваності (у минулому зустрічалися такі ж або аналогічні зовнішні впливи) і гіпотези адекватності реакції (схожі впливи спричинюють схожі реакції) [1]. Варто зазначити, що в реальних системах існують складні залежності між їх компонентами, які неявно впливають на поведінку систем.

Структура популяції. У дослідженні пропонується генетичний алгоритм (ГА), що здатний до самонавчання, та аналізується задача виявлення закономірностей з часових рядів, після чого отримані знання використовуються для прогнозування. Ефективність алгоритму залежить від багатьох аспектів, серед яких важливе місце займає структура шаблону – формалізоване подання потенційного розв'язку ГА. В розробленому алгоритмі шаблон являє собою дерево прийняття рішення, вузлами якого є атомарні твердження $\Delta(f(x_i), f(x_j)) \in [m, n]$, де $f(x_i)$ - точка в момент часу i, для якої виконувалось вимірювання параметрів системи; $f(x_i)$ - результат вимірювання в точці x_i; Δ - оператор різниці; $[m, n]$ – ранг приростів функцій, який виконується для більшого узагальнення шаблонів. Результатом процесу навчання є множина шаблонів, характерна для пітсбурзького підходу [2]. Таке подання використовує переваги спрощеного визначення фітнес-функції для шаблону і розв'язання конфліктів при зменшенні ролі методів нішування або інших механізмів диверсифікації популяції.

Фітнес-функція. Фітнес-функція для кожного шаблону визначається на основі того, наскільки добре він класифікує всю навчальну вибірку. Проведені дослідження показали, що обчислення фітнес-функції за принципом точних співпадінь всіх компонентів шаблону по навчальній вибірці дають гірші результати, ніж допущення часткових співпадінь з врахуванням довжини шаблону і кількості точних співпадінь.

Диверсифікація популяції. Якщо традиційний ГА виконується для достатньої кількості поколінь, вся популяція зрештою збігається до околу одного розв'язку. Для задач класифікації, зазвичай, необхідна множина неоднорідних шаблонів. Ідея методу нішування полягає у зниженні конкуренції між різнорідними шаблонами. В розробленому алгоритмі нішування реалізоване через витіснення новоствореними шаблонами старих подібних елементів. При визначенні подібних шаблонів враховується довжина компонентів шаблонів і їх взаєморозташування.

Оператори варіації. У реалізованому алгоритмі виконується одноточкове схрещування шаблонів. Розріз може обиратися довільним чином. З певною ймовірністю мутація застосовується для довільного компоненту правила, при чому може випадковим чином змінювати довжину компонентів шаблонів $(j - i)$ або ранг $[m, n]$. Після етапу рекомбінації отримані шаблони перевіряються на наявність надлишкових тверджень за принципом пошуку схожих компонентів при нішуванні. Подібні компоненти вилучаються з шаблону.

Розв'язання конфліктів. За етапом навчання слідує створення прогнозу на основі сформованої бази шаблонів. Якщо певній комбінації відповідають кілька різних шаблонів, то виникають конфлікти. Для їх розв'язання пропонується використовувати значення фітнес-функції.

На основі проведеного обчислювального експерименту були визначені значення параметрів алгоритму і проаналізована його ефективність.

Література. 1. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск: НГУ, 2002. – 263 с. **2.** Mahfoud S., Mani G. Financial forecasting using genetic algorithms// Applied Artificial Intelligence. – 1996. – 10, No 6. – P. 543-565.

***Гуляницький Л.Ф.*[1,2] *Турінський В.В.*[2]**

[1] *Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України, Київ, Україна;* [2] *Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФІОТ, Київ, Україна*

Застосування метаевристичних алгоритмів для розв'язання одного класу задач розміщення прямокутників на напівнескінченній стрічці

Серед прикладних оптимізаційних проблем важливе місце займають задачі розміщення геометричних об'єктів у певній області без взаємних перетинів при оптимізації заданого критерію. До цього класу задач належать, наприклад, задачі гамільтонового розкрою та задачі розміщення прямокутних геометричних об'єктів вздовж напівнескінченної стрічки. Багато моделей таких задач можуть інтерпретуватися у термінах теорії розкладів, якщо стрічку розглядати як доступність певного ресурсу на часовому відрізку, а прямокутники – як завдання, що потребують ці ресурси.

Постановка задачі. Досліджується така проблема розміщення, що є розвитком розглянутої постановки із [1], у якій довжина прямокутника є змінною, яка залежить від рівня, на якому він розташований. Задана напівнескінченна стрічка з фіксованою кількістю рівнів K. Кожен рівень має фіксовану ширину h. Також задана множина з N прямокутників, що мають фіксовану ширину h та різну довжину. Довжина прямокутника змінюється в залежності від рівня, на якому він розміщений. На стрічці також можуть бути присутні секції, в яких розміщення прямокутників заборонене. Для того, щоб розв'язок вважався допустимим, необхідно щоб виконувались задані обмеження:

- прямокутники не повинні перетинатися один з одним та з забороненими секціями;
- кожен прямокутник розміщується в межах одного рівня;
- усі прямокутники розміщуються з однаковою орієнтацією, у якій сторона прямокутника довжини h паралельна стороні рівня стрічки довжини h.

Задача полягає у розташуванні прямокутників таким чином, щоб відстань між початком стрічки та кінцем максимально віддаленого прямокутника була мінімальною.

Зведення до простору перестановок. Розв'язок задачі може бути однозначно поданий у вигляді матриці розміщення $R = (z_i, s_i)$, де z_i – відстань від початку стрічки до початку i-го прямокутника, а s_i – номер рівня, на якому він знаходиться, $i = 1, ..., N$. Позначимо $W_j = \max\limits_{s_i=j}(z_i + \alpha_{ij})$ – заповненість j-го рівня, де α_{ij} – довжина i-го прямокутника на j-му рівні. Показано, що можна установити відображення між континуальною множиною розміщень R та множиною перестановок N елементів, і доведено теорему, що задачу можна сформулювати у скінченному просторі перестановок без втрати оптимального розв'язку.

Розв'язання задачі. Для розв'язання задачі розроблено і реалізовано алгоритми відпалу, прискореного ймовірнісного моделювання, генетичний алгоритм, H-метод та деякі інші відомі методи комбінаторної оптимізації [2]. Проведені обчислювальні експерименти для налаштування значень параметрів та дослідження показників ефективності алгоритмів. У цих експериментах, окрім задач із відомої бібліотеки OR-LIBRARY, також генерувалися задачі з відомим за побудовою оптимальним розв'язком, який використовувався у якості оцінки точності пропонованих алгоритмів.

Література. **1.** Сергиенко И.В., Гуляницкий Л.Ф., Малышко С.А. О решении задач размещения одного класса // Экономика и мат. методы. –1989. –XXV, № 3. – С.560–564 **2.** Talbi E.-G. Metaheuristics: From Design to Implementation. – Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2009. – 593 pp.

Гінзбург М.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Використання гексагонального растру для задач обробки зображень та розпізнавання образів

Вступ. Зазвичай для вирішення задач розпізнавання та обробки зображень використовують прямокутний растр, що характеризується розташуванням пікселів зображення у вузлах прямокутної ґратки. Також серед багатьох досліджень іншого підходу гексагонального растру наголошується на його значних перевагах та ефективності застосування [1, 2]. Проте історична поширеність прямокутного растру значно ускладнює наукові дослідження інших типів растрів, а майже відсутність необхідного обладнання для роботи з гексагональним растром робить його використання більш складним у обчисленні, що в свою чергу нівелює його значні переваги. Отже метою цього дослідження була розробка ефективного методу індексації для гексагонального растру, аби його використання давало значні переваги не тільки у теоретичних викладках, а й при вирішенні практичних задач навіть при використанні існуючого обладнання.

Перехід від прямокутного до гексагонального растру. Значна більшість пристроїв вводу (сканери, цифрові фотокамери та інш.) дозволяють отримати дискретне зображення в обмеженому наборі форматів, що мають в своїй основі прямокутну ґратку. Перехід зображення від прямокутного до гексагонального растру супроводжується рядом складнощів. Зокрема, це проблема індексування пікселей, адже звичайна ортогональна система координат є незручною для гексагональної ґратки. Різні підходи щодо індексації гексагональних пікселей наведені у [1], серед них використання косокутної двовісної або тривісної системи координат.

Математично можна отримати матрицю переходу від двовісної прямокутної до двовісної косокутної системи з основних властивостей афінних систем координат [3]. Зауважимо, що на гексагональній ґратці зручно використовувати таку косокутну систему координат, кут між осями якої дорівнюватиме $\frac{\pi}{3}$. Після вирішення системи лінійних рівнянь, отримуємо, що

$$\begin{cases} x_h = x_s - \frac{1}{\sqrt{3}} y_s, \\ y_h = \frac{2}{\sqrt{3}} y_s, \end{cases} \tag{1}$$

де точка з координатами (x_s, y_s) на прямокутній ґратці відповідає точці з координатами (x_h, y_h) у косоугольній "гексагональній" системі.

Проте напряму використання такого способу переходу між растрами вкрай незручне, адже нові координати пікселів зазвичай матимуть нецілі значення. Саме тому, не дивлячись на можливість прямого перетворення, зображення отримане в прямокутному растрі модифікують для отримання гексагонального растру.

Штучне отримання гексагонального растру. Різні підходи щодо отримання гексагонального представлення були запропоновані Хартманом (Hartman), Фитцом (Fitz), Гріном (Green), Хьо (Her) та іншими [1, 2]. Найбільш поширеним та простим методом перетворення є метод, що має назву «метод цегляної стени». Він полягає в симуляції гексагональної решітки за допомогою зсуву непарних рядків на півпікселя. Причому для індексації пікселей на гексагональному растрі будемо й надалі використовувати косокутну систему координат.

Оскільки зручніше використовувати додатні значення координат, будемо розміщати кожне зображення таким чином, аби всі пікселі лежали у перший чверті афінної системи. Це легко зробити, знаючи розмір вихідного зображення. Таким чином, перехід з прямокутного растру B^s до гексагонального B^h для кожної точки з координатами (x_j^s, y_j^s) у B^s можна виконати таким чином:

$$\begin{cases} (x^h_{i+\lfloor \frac{m}{2} \rfloor - r}, y_j^h) = (x_j^s, y_j^s), j = 2k, \\ (x^h_{i+\lfloor \frac{m}{2} \rfloor - r}, y_j^h) = (x_j^s, y_j^s), j = 2k+1, \end{cases} \tag{2}$$

де r - ітератор рядків зі зсувом, $r = \overline{1, \frac{m}{2}}$

(x_j^h, y_j^h) - координати пікселя на гексагональному растрі.

Цей спосіб дозволяє зберігати пікселі гексагональної системи у двовимірному масиві та проводити обчислення в косоугольній системі. Недоліком такого методу є виділення пам'яті комп'ютера для зберігання "пустих" пікселів, адже нова матриця матиме розмір $(n + \lfloor \frac{m}{2} \rfloor, m)$. Проте на сьогоднішній день це не суттєво впливає на швидкість обчислення. Значною перевагою цього методу є збереження відстаней та сусідства пікселей гексагонального растру.

Використання полярної системи координат на гексагональному растрі. Для деяких задач буває зручним та доцільним використання полярної системи координат. З одного боку визначення полярної системи є незалежним, з іншого - зазвичай її не використовують окремо, а лише у зв'язку з прямокутною. Знаючи матрицю переходу між прямокутною та косокутною системами, легко визначити зв'язок між відповідною полярною та косокутною системами координат. Проте, на нашу думку, набагато кориснішим було б використання полярної системи координат одразу на гексагональній ґратці (рис. 1), враховуючи переваги правильного шестикутника, що є фігурою більш наближеною до кола.

Нами була розроблена така система індексації пікселів (рис. 2), що з одного боку дозволяє зберігати зображення у одномірному масиві, з іншого - за індексом можна однозначно визначити полярні координати точки.

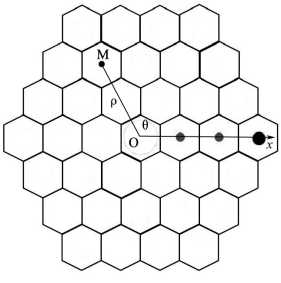


Рис. 1. Полярна система координат на гексагональному растрі

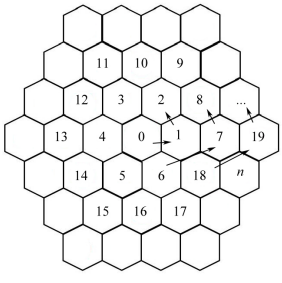


Рис. 2. Індексація пікселів на гексагональному растрі

Очевидно, що можна легко вирахувати кількість пікселів на кожному рівні залежно від його відстані до центрального пікселя. Так, кількість пікселів на першому рівні буде становити - 6, на другому - 12, на третьому - 18,..., на n-му - $6n$. Нульовий рівень характеризується центральним пікселем. Звідки можна обчислити індекси всіх точок - початків рівня: $6(1+2+3+...+(i-1))+1 = start_i$, де $start_i$ - індекс початку i-го рівня. Отже для будь-якого пікселя з індексом існує однозначна залежність: $6(1 + 2 + 3 + ... + (i - 1)) + 1 + k = j$, де k - зміщення індексу пікселя відносно початку рівня.

Використовуючи зазначені вище роздуми та геометричні властивості правильного шестикутника, нами були отримані формули, за якими можна однозначно визначити полярні координати точки гексагонального растру в полярній системі координат за її індексом у одновимірному масиві.

Література. **1.** Middleton, L. Hexagonal Image Processing [Текст] / L. Middleton, J. Sivaswamy - London: Springer-Verlag London. – 2005. - 254 p. **2.** Mesereau, R. M. The processing of hexagonally sampled two-dimensional signals [Текст] / R. M. Mersereau // Proceedings IEEE. – Vol. 67, No. 6. – 1979. – P.930-949. **3.** П.С. Александров. - Лекции по аналитической геометрии.

Данченко А.Л.
Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, Луганск, Украина

Исследование единичных показателей комплексного критерия качества электронных образовательных ресурсов

Согласно [1, 2] задача выбора функции усреднения аргументов комплексного критерия, определяющей вид средневзвешенного комплексного критерия и выбор метода расчета коэффициентов весомости единичных показателей является основной задачей разработки комплексного критерия качества, которыя может быть решена только с учетом результатов анализа свойств единичных критериев. Разработка комплексного критерия качества электронных образовательных ресурсов (ЭОР) представлена в [3, 4]. Применительно к задаче автоматизации мониторинга качества ЭОР целесообразно рассматривать качество образовательных ресурсов в виде двух моделей: как совокупность составляющих и как функциональную зависимость. Качество ЭОР в виде функциональной зависимости согласно [3] имеет вид:

$$Q^f(S_{\text{КОР}}) = \Phi_{i=1}^4(w_i, Q_i(S_{\text{КОР}})), \tag{1}$$

где w_i — весовой коэффициент, $\sum_{i=1}^{4} w_i = 1$; $S_{\text{КОР}}$ — модель изучения комплекса ЭОР; $Q_1(S_{\text{КОР}})$ — показатель успеваемости; $Q_2(S_{\text{КОР}})$ — показатель валидности; $Q_3(S_{\text{КОР}})$ — показатель технологичности; $Q_4(S_{\text{КОР}})$ — показатель надежности; Ф — функция усреднения аргументов комплексного критерия. Целью данного исследования является анализ свойств единичных показателей с целью выбора вида функции усреднения аргументов комплексного критерия.

Анализ фактических показателей единичного критерия успеваемости. Показатель успеваемости рассчитывается на основе первичных баллов обучаемых, полученных в результате эмпирической проверки комплекса ЭОР. Нулевой показатель успеваемости интерпретируется как возникновение таких ситуаций, как наличие нарушений в процессе контроля знаний, наличие чрезмерно простых или чрезмерно трудных заданий, неверный выбор порога минимальной удовлетворительной оценки. Подобные ситуации должны приводить к обращению комплексного критерия в нуль для незамедлительного устранения причин возникновения нулевой успеваемости. Статистический анализ экспериментальных данных по 9 курсам 5 различных учебных дисциплин показал, что диапазон изменения значений локального критерия $Q_1(S_{\text{КОР}})$ находится в интервале от 0,0454 до 1. Разность между минимальным и максимальным фактическими значениями показателя успеваемости для 9 курсов на уровне детализации «Тема» составила 0.9545.

Анализ фактических показателей единичного критерия валидности. Статистический анализ фактических значений показателя валидности на уровне детализации «Тема» показал, что значения изменяются в диапазоне от 0,0038 до 0,1560. Разность между минимальным и максимальным фактическими значениями показателя составила 0,1522. Обращение показателя соответствия в нуль возможно только при нулевой дисперсии входных данных, когда параметр дискриминации обращается в нуль. Возникновение подобной ситуации свидетельствует о некорректных входных данных и требует незамедлительного устранения.

Анализ фактических показателей единичного критерия технологичности. Статистический анализ фактических значений показателя технологичности на уровне детализации «Тема» показал, что значения изменяются в диапазоне от 0,0125 до 0,5. Разность между минимальным и максимальным фактическими значениями показателя составила 0,4875. Для фактических значений показателя технологичности наблюдается тенденция к низким значениям коэффициентов технологичности, что обусловлено преимущественной ручной обработкой результатов обучения в ходе непосредственного взаимодействия с обучаемыми. Обращение показателя в нуль возможно только в исключительной ситуации, когда по типу обратной связи образовательный ресурс классифицирован как «Без обратной связи». Данная ситуация является исключительной и требует незамедлительного устранения.

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Анализ фактических показателей единичного критерия надежности. Статистический анализ фактических значений показателя надежности на уровне детализации «Тема» показал, что значения изменяются в диапазоне от 0,2 до 0,9962. Разность между минимальным и максимальным фактическими значениями показателя составила 0,7962. Для фактических значений показателя надежности наблюдается тенденция к высоким значениям надежности. Данная ситуация обусловлена тем, что устранение наиболее существенных дефектов выполняется еще на этапах разработки и проектирования, а также следствием преимущественно ручной обработки результатов обучения в ходе непосредственного взаимодействия с обучаемыми, что дает возможность незамедлительной корректировки ЭОР или поиска обходных путей при работе с образовательным ресурсом, содержащим дефект. В результате наблюдается снижение влияния дефектов на успеваемость и усвояемость ЭОР. Обращение показателя в нуль возможно в исключительной ситуации, когда для всех ЭОР текущего уровня детализации в ходе мониторинга зафиксированы дефекты высокого приоритета, что также является исключительной ситуацией и требует незамедлительного устранения.

Анализ функциональных зависимостей между показателями. Отсутствие функциональных зависимостей между частными критериями качества является основополагающим условием для комплексирования локальных критериев. Установлено, что значения коэффициентов корреляции между показателями по абсолютному значению не превышают 0,41. Отсутствие функциональных зависимостей между показателями является основанием для комплексирования локальных критериев успеваемости, валидности, надежности и технологичности образовательных ресурсов обучающих систем.

Выбор функции усреднения параметров комплексного критерия. Таким образом, анализ свойств локальных критериев и корреляционный анализ фактических значений показателей качества ЭОР показали, что для единичных критериев характерно наличие больших значений разности минимальных и минимальных значений, составляющих до 90 процентов диапазона изменения значений показателей; значения показателей находятся в разных диапазонах, что свидетельствует о неоднородности показателей; установлена необходимость обращения в нуль комплексного показателя, в случае, когда какой-либо из показателей равняется нулю. Исходя из полученных результатов, целесообразным является выбор функции усреднения коэффициентов весомости и локальных критериев Ф, при которой комплексный критерий имеет вид среднегеометрического взвешенного:

$$Q^f(S_{\text{КОР}}) = \prod_{i=1}^{n} (Q_i(S_{\text{КОР}}))^{w_i}. \qquad (2)$$

Литература. **1.** Анохин А. М., Глотов В.А., Павельев В. В. Методы определения коэффициентов важности критериев/А. М. Анохин, В.А. Глотов, В. В. Павельев, А. М. и др.//Автоматика и телемеханика. – 1997. - №8. – С. 3-35. **2.** Азгальдов Г. Г. Разработка теоретических основ квалиметрии: автореф. дис... докт. экон. наук. – Москва. – 1981. – С. 58. **3.** Данченко А.Л. Разработка комплексного критерия качества образовательных ресурсов / А.Л. Данченко, В.А. Ульшин // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2012. - №4 (175). – С. 117-122. **4.** Данченко А.Л. Информационная технология мониторинга образовательных ресурсов / А.Л. Данченко, В.А. Ульшин // Матеріали 14-ї міжнарод. наук.-техн. конф. «Системний аналіз та інформаційні технології». 24 квітня 2012 р. – К: УНК «ИПСА» НТУУ «КПИ». – 2012. – С. 186-187.

Донченко В.С., Голік А.О.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Застосування матричних векторів ознак у задачі розпізнавання дактильної мови жестів

В доповіді представлений модельний підхід до розв'язання задачі розпізнавання дактильної мови жестів. Розглянуті всі основні етапи розпізнавання: захоплення зображення з веб-камери чи іншого записуючого пристрою, стандартизація, пошук на знайденому зображенні долоні, виділення контуру долоні, побудова вектору ознак та безпосередньо ідентифікація жесту.

Після захоплення зображення з веб-камери виникає проблема пошуку інформативно значущих областей на ньому. Ця проблема досі є актуальною для задачі розпізнавання жестів, адже умови середовища (наприклад, освітлення) є мінливими. В доповіді розглянуті базові підходи до пошуку та виділення долоні на зображенні.

Відстань від долоні до записуючого пристрою, розмір долоні та інші фактори вимагають застосування стандартизації отриманого зображення. У доповіді розглянуті можливі варіанти стандартизації, зокрема, з використанням форматів перетворень зображень.

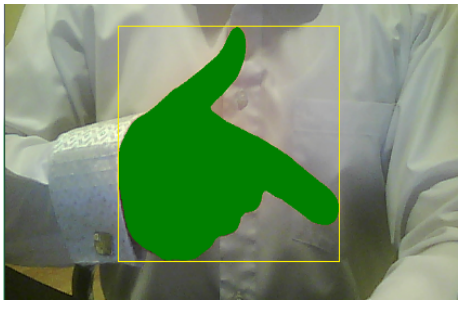


Рис. 1. Приклад знаходження долоні на зображенні.

Основним об'єктом аналізу при розпізнаванні жестів є контур долоні. В доповіді представлений підхід до побудови матричного вектору ознак для стандартизованого зображення контуру долоні. Такий підхід є природнім, адже має на увазі розгляд матриць, як «природніх» векторів ознак: представників об'єкта, що піддається аналізу.

Оскільки множина дактилів є порівняно невеликою, програма розпізнавання повинна показувати високу ефективність незалежно від записуючого пристрою, освітлення та розміру долоні людини. Робастність системи може бути досягнута при роботі не з одним еталоном жесту, а з навчальною вибіркою. Навчальна вибірка будується певним чином за набором зображень, які відповідають одному й тому самому жесту показаному різними людьми в різних умовах середовища. В доповіді представлені різні варіанти встановлення відстаней відповідності для матричних векторів ознак, зокрема, еліпсоїдальна та ортогональна відстані.

Еліпсоїдальна відстань будується за мінімальними еліпсами, які містять задану навчальну вибірку, а реалізується засобами псевдообернення для тих чи інших варіантів лінійних операторів. [1] Така відстань спирається на концепцію «мінімальні еліпси групування». Власне, це ті еліпси які «накривають» кожну із навчальних вибірок «мінімальним» і «оптимальним» чином. Еліпсоїдальні відстані будуються для матриць, як матриць лінійних операторів, між матричними евклідовими просторами засобами псевдообернення для згаданих просторів. Вони реалізуються, як і у випадку векторних евклідових просторів, через так звані «групуючі оператори» теорії псевдообернення. Крім того, в доповіді пропонується ще одна альтернатива – використання ортогональних відстаней, що будуються на основі кортежних групуючих операторів та ортогональних проекторів. [2] Ці відстані відповідності дають можливість перенести властивості псевдообернення та SVD – розкладу на випадок матричних векторів ознак.

Література. **1.** Donchenko V.S. Euclidian space of vectors and matrixes: constructive methods of description of basic structures and their usage // International Journal "Information technologies & Knowledge".- 2011.- Vol. 5.- Number 3.-P.203-216. **2.** Donchenko V., Zinko T., Skotarenko F.'Feature vectors' in grouping information problem in applied mathematics: vectors and matrixes // Problems of Computer Intellectualization.- Editors Vitali Velichko, Aleksey Voloshin, Krassimir Markov.-Kyiv, Ukraine- Sofia, Bulgaria: NASU, V.M.Glushkov Institute of Cybernetics, ITHEA : 2012 - p.111-124.

Драган Д.Д., Поляков А.Ю. *— рецензент Петренко А.І.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Методи виявлення і розпізнавання рухомих об'єктів при відеоспостереженні

На сьогоднішній день, комп'ютерний зір (Computer Vision) став невід'ємною частиною науки і технології виготовлення машин, які бачать. Це пов'язано з розробкою та впровадженням алгоритмів, які можуть автоматично обробляти візуальні дані, для розпізнавання об'єктів, їх відстеження та відновлення їх форми і просторового розташування. Однією із фундаментальних проблем комп'ютерного зору є «розуміння зображень» чи «семантична інтерпретація», тобто інтерпретація сцени, що міститься в зображенні, як сукупності значущих сутностей. Це може включати розбір інформації в сцені на різних рівнях.

В якості попередньої обробки відеопослідовності була використана ефективна ієрархічна фільтрація (Hierarchical Filter) [1], яка забезпечила зменшення сторонніх рухів із фону сцени. На відміну від використання методу Spatial-Temporal Interest Point (STIPs) [2] було вирішено, що просторова і часова інформація має розглядатися окремо. Часова інформація отримується шляхом використання методу Motion Histogram Image (MHI) [3], в основі якого лежить віднімання кадрів, а для отримання просторової - двовимірний метод Харіса для кутів (2-D Harris corners) [4]. Використання MHI дозволяє уникнути неправильного відстеження точок у відеопослідовності. MHI-пікселі з яскравішою інтенсивністю являють собою рухомі об'єкти з більш пізнім рухом, тому вони використовуються для створення шаблонів. Тоді отримані шаблони руху і отримані із 2-D Harris кути використовуються для виявлення точок інтересу.

Розглядаються тільки кути з найостаннішого руху як точки інтересу. Так як ізольований напрямок руху пікселів часто є небажаним рухом або шумом в порівнянні з сусідніми пікселями, було розроблено алгоритм для усунення цього небажаного руху. По-перше, використати згладжувальний фільтр для глобального просторового руху до градієнтів MHI. Потім в кожній точці інтересу, обчислюється структурна близькість між будь-яким пікселем в локальному регіоні і точкою інтересу локальної рухомої зони. Таким чином, можна підсилити або послабити рух до пікселя в залежності від його структурної близькості до точки інтересу. Для отримання часових характеристик, був використаний новий часовий дескриптор гістограм орієнтованих градієнтів в MHI (HOG-MHI). Просторові характеристики отримаються за рахунок використання методу HOG [5] до інтенсивності зображення. Отримані характеристики векторів, які містять як HOG (просторові характеристики), так і HOG-MHI (часові характеристики) використовуються для розпізнавання, на основі класифікатора Gaussian mixture model (GMM) [6].

Література. **1.** Y. Tian, L. Cao, Z. Liu, and Z. Zhang, Hierarchical Filtered Motion for Action Recognition in Crowded Videos, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics–Part C: Applications and Reviews, 2011. http://media-lab.engr.ccny.cuny.edu/Paper/2011/SMCC-HumanAction.pdf **2.** L. Cao, Y. Tian, Z. Liu, B. Yao, Z. Zhang, and T. Huang, Action Detection using Multiple Spatial-Temporal Interest Point Features, IEEE International Conference on Multimedia & Expo (ICME), 2010.http://media-lab.engr.ccny.cuny.edu/Paper/2010/ICME2010.pdf **3.** James W. Davis, Recognizing Movement using Motion Histograms, MIT Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report №487, http://hd.media.mit.edu/tech-reports/TR-487.pdf **4.** C. Harris and M. Stephens, A combined corner and edge detector, Proceedings of the 4th Alvey Vision Conference. pp. 147–151. http://www.bmva.org/bmvc/1988/avc-88-023.pdf **5.** N. Dalal and B. Triggs, Histograms of Oriented Gradients for Human Detection,INRIA Rhone-Alps, 655 avenue de l'Europe, Montbonnot 38334, France. http://lear.inrialpes.fr/people/triggs/pubs/Dalal-cvpr05.pdf **6.** Douglas Reynolds, Gaussian Mixture Models, MIT Lincoln Laboratory, 244 Wood St., Lexington, MA 02140, USA. http://www.ll.mit.edu/mission/communications/ist/publications/0802_Reynolds_Biometrics-GMM.pdf

Древаль М.М., Йолкіна О.О. *— рецензент Мурга М.О.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

СППР для проектної організації

В XXI сторіччі зростає роль проектної організації як структурної одиниці суспільного ладу. Зростають також вимоги, які висувають до функціонування самої організації, що обумовлено пришвидшеним ритмом життя, обмеженістю часу та неефективністю його розподілення. Проектна організація зустрічається в таких галузях, як управління державою, фінансовий сектор, технічні розробки.

Для розробки СППР, яка допомагає спланувати організацію роботи проектної організації, доцільно сформувати ієрархію цілей [1, 2], яка включає такі елементи:

- прибуток;
- ефективне розподілення коштів;
- оптимізація роботи персоналу;
- ведення документації;
- проведення конкурсного розподілення коштів;
- налагодження взаємовідносин у команді;
- індивідуальний підхід до кожного співробітника.

Для досягнення зазначених цілей особа, яка приймає рішення (ОПР) повинна вирішити ряд завдань:

- *Проведення збору інформації – "банк-ідей"*. Альтернативами тут виступають опитування співробітників, опитування населення. Необхідно здійснити прогноз можливих проблем в організації, вирішити задачу оптимізації вибору найкращої ідеї.
- Для того, щоб розподілити кошти, потрібно *провести обговорення*. Альтернативами тут є проведення круглого столу або проведення серії зустрічей тет-а-тет. При цьому необхідно оптимізувати час та спрогнозувати ефект від даної процедури.
- Також доволі важливим є проведення заходів по налагодженню взаємовідносин у команді. Альтернативами тут є проведення "тімбілдінгів", індивідуальні зустрічі або комбінація двох попередніх. Оптимізуємо час та прогнозуємо ефект від проведених заходів.
- Для допомоги ОПР в прийнятті рішень використовуються нейромережеві моделі [3]. У зв'язку з великою обчислювальною складністю використовується алгоритм зворотного поширення помилки "Back Propagation" [4].

Отже, бачимо, що необхідність врахування великої кількості даних створює значну обчислювальну складність для особи, яка приймає рішення, а кількість альтернатив достатньо велика. Рішення, що приймаються у вітчизняних проектних організаціях, як правило, носять емпіричний характер і найчастіше засновані на застарілому радянському досвіді.

Це обумовлює необхідність створення СППР для проектних організацій, яка буде представлена у доповіді.

Література. **1.** Зайченко Ю.П. *Основи проектування інтелектуальних систем.* Навчальний посібник – К.: Видавничий дім «Слово», 2004. – 352 с. **2.** Рассел С., Норвиг П. *Искусственный интеллект. Современный подход.* 2-е издание – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1408 с. **3.** Зайченко Ю.П. *Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах* – К.: Видавничий дім «Слово», 2008. – 341 с. **4.** Хайкин С. *Нейронные сети: полный курс.* 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

Дідковська М.В., Рожанчук О.С.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Застосування інтелектуальних агентів в задачі побудови рекомендуючих систем

Рекомендуючі системи - порівняно новий клас програмного забезпечення, у чиє завдання входить вивчення смаків користувача шляхом аналізу його дій та оцінок. Рекомендуючі системи існують практично на всіх великих Інтернет ресурсах: на Grouplens.org і Netflix.com (для вибору фільмів), Youtube.com (для вибору відео), Facebook.com (для вибору друзів), Amazon.com (для вибору товарів), Last.fm (для вибору музичних треків) тощо. Цей напрямок активно розвивається і є актуальним.

Аналізуючи існуючі розробки у сфері побудови рекомендуючих систем [1–4] можна виділити наступні математичні методи, що використовуються: методи коллабораційної фільтрації (collaborate filtration) [1, 2], контентні методи (content based, information filtering) [3], гібридні методи, що об'єднують методи коллабораційної фільтрації [4] та контентні методи (hybrid prediction) та методи, що засновані на апріорних знаннях про потреби користувача (knowledge based). Виділяють 2 основні підходи до реалізації методів: підхід, що ґрунтується на всіх даних (memory based) [1]; підхід, що ґрунтується на моделях (model based) [2]. Найбільш поширені є алгоритми що засновані на методі коллабораційної фільтрації. Незважаючи на велику кількість існуючих методів, ще існує ряд проблем, що не розв'язувались існуючими: врахування суб'єктивності оцінки товару окремим користувачем (для різних користувачів однакові оцінки можуть мати різні значення), можлива зміна вподобань користувача (поява нових зацікавлень, зміна старих інтересів), проблема пов'язана з появою нових користувачів або товарів (як рекомендувати товар, коли нема інформації від інших користувачів про нього), проблема оверфітингу (помилки при оцінки моделі занадто великою кількістю параметрів).

Інтелектуальні агенти відрізняються від звичайних "програм", такими властивостями як здатність функціонувати під автономним управлінням, сприймати своє середовище, існувати протягом тривалого періоду часу, адаптуватися до змін і мати здатність взяти на себе досягнення цілей, поставлених іншими. Виходячи з специфіки задачі – невизначеності та неповноти даних, постійні зміни у даних, використання інтелектуальних агентів, покращує якість розроблених систем.

Загальна поставка задачі полягає у тому, що у нам дано N користувачів U_1,..U_n, що оцінюють M товарів (продуктів) I_1,..I_m, ставлячи у відповідність рейтинг (оцінку) – R_{ujyj}. Можна представити ці дані як матрицю, кожен рядок якої відповідає користувачеві, а стовпець – товару (продукту). Наше завдання - передбачити невідомі елементи матриці; якщо бути точним, наше завдання - передбачити, які з невідомих елементів будуть максимальними у своєму рядку, тобто які продукти найбільше сподобаються тому чи іншому користувачеві.

В роботі запропонована модель рекомендуючої системи на базі агентних технологій, що дозволяє робити рекомендації у банківській сфері. Запропонована модель модифікує існуючі методи коллабораційної фільтрації. Проведене комп'ютерне моделювання, що перевіряє якість роботи розробленої моделі.

Література. **1.** Макарь В.А., Метод коллаборативной фильтрации для масштабируемых рекомендательных систем // Современные научные исследования и инновации. – Июнь, 2012 [Электронный ресурс], режим доступу http://web.snauka.ru/issues/2012/06/14316, **2.** Федоровский А.Н., Логачева В.К., Архитектура рекомендательной системы, работающей на основе неявных пользовательских оценок [Электронный ресурс], режим доступу ceur-ws.org/Vol-803/paper8.pdf, **3.** Дьяконов А.Г., Алгоритмы для рекомендательной системы: технология LENKOR // «Бизнес-информатика» №1, 2012, **4.** Максим Гончаров, Системы выработки рекомендаций[Электронный ресурс], режим доступу http://www.businessdataanalytics.ru/RecommendationSystems.htm.

Желдак Т.А.
Державний ВНЗ "Національний гірничий університет", Дніпропетровськ, Україна

Використання модифікованого методу моделювання штучних імунних систем для вирішення комбінаторних оптимізаційних задач

Опис задачі. У сучасному інформаційному світі одним із завдань керування безпекою життєдіяльності цивільного населення є своєчасне і повне його інформування про майбутні важливі події або можливі глобальні загрози. Якщо для оперативного сповіщення про надзвичайні ситуації, фактори потенційної небезпеки, природні або техногенні аварії необхідні канали швидкого реагування (радіо, телебачення, інтернет, стільниковий і пейджинговий зв'язок), то для постійного або завчасного інформування набагато краще використовувати зовнішню рекламу і вуличні акції безпосереднього контакту [1].

Саме зовнішню рекламу на біл-бордах (носіях зовнішньої реклами з підсвічуванням або без, на яких розміщуються постійні або змінні рекламні оголошення) в силу її дешевизни використовують при розміщенні соціальної реклами. Пов'язано це з тим, що муніципальні і державні програми, наприклад, попередження аварій, безпеки життєдіяльності, попередження епідемій смертельних захворювань або їх профілактики, а також інформаційні програми залучення уваги до проблем інвалідів, дітей, залишених без батьківського піклування, безпритульних тварин та інші - мають жорсткий, іноді вкрай обмежений бюджет.

Витрати на зовнішню рекламу зумовлені її створенням, тиражуванням та розміщенням. Якщо витрати на створення рекламного повідомлення є константою і можуть не враховуватися в задачі оптимального розміщення зовнішньої реклами, то витрати на тиражування залежать від кількості примірників. В свою чергу, витрати на розміщення реклами залежать водночас і від обраного рекламного носія, ii від тривалості його використання.

Ефект від соціальної реклами, на відміну від комерційної, не вимірюється величиною додаткового прибутку, кількістю додатково залучених клієнтів, тощо. Універсальним показником ефективності соціальної реклами вважаємо кількість контактів рекламного повідомлення з цільовою аудиторією.

Математична постановка задачі. Оптимізацію розміщення реклами зазвичай зводять до задачі лінійного програмування. Авторами [2] враховано нелінійний характер витрат на розміщення зовнішньої реклами та запропоновано вирішувати отриману комбінаторну задачу за допомогою генетичного алгоритму. Постановка задачі зведена до нелінійної задачі про рюкзак

$$F = \sum_{i=1}^{p} x_i w_i \to max, \tag{1}$$

$$a\left(\sum_{i=1}^{p} x_i\right) + b\sum_{i=1}^{p}\lceil x_i/max(x_i)\rceil + \sum_{j=1}^{m}\left(d_j \sum_{j\in S_j} x_i c_i\right) \leqslant V, \tag{2}$$

$$x_i \in \mathbb{N}, \qquad i = \overline{1,n}. \tag{3}$$

де x_i - термін (у тижнях) розміщення рекламного оголошення на $i-$тому носії, $i = \overline{1,n}$; w_i - середня арифметична кількість контактів за тиждень рекламного оголошення на $i-$тому носії (виміряна статистично); - вартість виготовлення тиражу рекламних оголошень (функція від кількості оголошень, обумовлена наявністю знижок); $a\,(\sum_{i=1}^{p} x_i)$ - вартість розміщення (монтування) рекламних оголошень – враховується, якщо $x_i > 0$, для визначення яких у другій складовій витрат використано округлення вгору; d_j - відносна вартість розміщення реклами на носіях $j-$того власника ($j = \overline{1,m}$) з урахування знижки за тривалість та кількість замовлень, $d_j \leqslant 1$; S_j - множина носіїв $j-$того власника, яких на ринку загалом m; c_i - повна (стандартна) ціна розміщення реклами на $i-$тому носії протягом тижня; V - сукупний бюджет рекламної кампанії.

Зазначена модель не враховує ключову особливість розміщення зовнішньої реклами – випадковий нелінійний характер залежності кількості контактів рекламних носіїв від їхнього взаємного розміщення. Більшість людей рухається стандартними маршрутами, тобто бачать при своєму русі містом одні й ті самі конструкції, при цьому не маючи шансу побачити решту. Тобто, необхідно доповнити модель (1)-(3) умовою, яка б враховувала ступінь перетину людських потоків між носіями.

Пропозиції щодо рішення задачіі. Для врахування впливу на сумарну кількість унікальних контактів взаємного розташування рекламних носіїв пропонується представити розглянуту проблему як задачу вершинного розсіювання повнозв'язаного графа [3]. Представивши мапу міста у вигляді повного графа, у якому характеристиками вершин є кількість контактів даного носія w_i, а характеристиками ребер – спорідненість потоку людей вздовж цих носіїв $q_{i,k}$. Матриця $Q_{n\times n}$, таким чином, набуває сенсу матриці суміжності, а задача зводиться до пошуку в графі такого підграфа, міри вершин якого були б максимальні, як і відстань між самими вершинами. Це фактично означає заміну (1) на формулу

$$F = \sum_{i=1}^{p} x_i \left(w_i - \sum_{k=1,k\neq i}^{p} w_k q_{i,k} \right) \rightarrow max. \qquad (4)$$

Обмеження ж (2) і (3) при цьому не зазнають суттєвих змін.

Своєрідна штрафна функція в (4), яка має враховуватися виключно у випадку, якщо $x_k > 0$, слугує своєрідним відштовхувачем вершин одна від одної. Сенс зміни задачі полягає у тому, що при вирішенні задачі вибору носіїв у постановці (1) два біл-борди, розташовані поруч чи один за одним ($w_i \approx w_k$) на магістралі зі щільним пасажиропотоком дадуть кількість контактів за один тиждень, близьку до $2w_i$. Але якщо врахувати за (4), що фактично їх бачать одні й ті самі люди, ефективна кількість контактів такої реклами буде близькою до w_i, тоді як реальні витрати на неї – вдвічі більші.

Розв'язання задачі (2)-(4) за допомогою запропонованого раніше генетичного алгоритму виявилося неефективним при розмірності задачі, що переходить за сотню потенційних носіїв. За раціональний обмежений час на прикладах у 200, 500 і 1000 рекламних носіїв при різній величині сумарного бюджету V цей алгоритм не забезпечував повторюваних ефективних рішень.

Для розв'язання було запропоновано модифікований алгоритм моделювання штучних імунних систем на основі методу запропоновано у [4] з використанням для інтенсифікації оператору випадкового пошуку з адаптацією. Алгоритм отриманий на базі еволюційної стратегії з заміщенням і передбачає використання операторів клональної селекції, клонування, схрещування, мутації, селективного витиснення та наслідування.

Адаптація алгоритму реалізована за рахунок перерозподілу ймовірностей напрямку випадкового пошуку залежно від показаної ефективності.

Отримані результати дозволяють стверджувати про ефективність запропонованого алгоритму для розв'язання задач розмірністю до p =1000 в реальному часі з високою мірою повторюваності.

Література. **1.** Дэвис Д. Д. Исследования в рекламной деятельности: теория и практика [Текст] / Д. Д. Дэвис; пер. с англ. Е. В. Кушнеренко, О. А. Полищук; ред. пер. А. Г. Виноградов. - М. : Издательский дом "Вильямс" . - 2003. - 858 с.: рис., табл. **2.** Штовба С. Д. Генетическая оптимизация размещения внешней рекламы торговых марок / С.Д. Штовба, О.В. Штовба, А.А. Яковенко // Весник Винницкого национального технического университета. 2011. – №2. – с. 134-138. **3.** Кормен Т. Х. и др. Часть VI. Алгоритмы для работы с графами // Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2006. — 1296 с. — ISBN 0-07-013151-1. **4.** Chen J. A hybrid immune multiobjective optimization algorithm / Jianyong Chen, Qiuzhen Lin, Zhen Ji // European Journal of Operational Research. 2010. – Vol. 204. – pp. 294–302. www.flype.cn/papers/jychen20101.pdf

Зайченко Е.Ю.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Территориальное планирование размещения базовых станций беспроводных широкополосных сетей

В последние годы широкополосные беспроводные сети технологии WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) получают все большее применение. Эта технология (стандарт IEEE 802.16), обеспечивает широкополосный беспроводной доступ (Broadband Wireless Access, BWA) к конечным станциям.

WiMAX обеспечивает мультисервисность, гибкое распределение частот, задание приоритетов разним видам трафика, возможность обеспечения разного уровня качества обслуживания QoS, поддержку интерфейсов IP, TDM, El/Tl. Важным преимуществом WiMAX является возможность быстро наращивать пропускную способность сети и расширять территории охвата связью. Антенны базовых станций не требуют наличия высоких мачт, достаточно разместить их на высотных зданиях или существующих мачтах высотой порядка 30 м.

Стандарт IEEE 802.16 также обеспечивает высокий уровеннь конфиденциальности и безопасности сообщений, шифрование трафика в границах все беспроводной сети. Обеспечивается транспорт голосовых данныхх по протоколу IP - VoIP, транспорт потоков TDM, организацию каналов El/TI. С помощью WiMAX можно соединять отдаленные локалЬные сети (Transparent LAN - TSL).

Одной из важных задач, возникающих при проектировании беспроводных сетей WiMAX является задача территориально-частотного планирования (ТЧП). Территориально-частотное планирование включает решение двух основных задач: выбора мест размещения базовых станций сети и назначение частот этим станциям. Решение первой задачи чаще всего получают из условия равномерности покрытия сетью необходимой территории и административной возможности установки БС в выбранных точках. Решение задачи назначения частот сводится к поиску такого распределения частот по БС, при котором доля территории, покрытой с заданным качеством была бы максимальной. Для этого используются специальные методы частотного планирования, которые дают возможность минимизировать интерференцию частотных сигналов в сети и сузить используемый диапазон частот.

Под частотным доменом D понимается набор из n допустимых частот $D = [d_1, d_2, ..., d_n]$, доступных для назначения. Под запретом понимается невозможность использовать некоторые частоты для точек i и j сети, из-за того, что при использовании этих частот, точки будут создавать помехи одна другой. Соответствующее ограничение записывается так:

$$|f_i - f_j| > c_{ij}, \tag{1}$$

где c_{ij} - так называемая, строгость запрета.

На основе этих условий строится матрица интерференций, на пересечении i-й строки и j-го столбца которой размещается соответствующая разница по частоте между точками i и j.

Соответствующая задача ТЧП формулируется так. При заданном наборе частот $D = [d_1, d_2, ..., d_n]$ и потенциальных местах размещения базовых станций, выбрать такие места их размещения и назначить им частоты из заданного набора так, чтобы обеспечить перекрытие всей территории и при этом выполнялись все ограничения вида (1) для всех точек доступа.

Данная задача является NP-трудной задачей дискретного программирования. Для ее решения могут быть предложены: метод последовательного назначения, методы исчерпывающего перебора, метод имитации отжига, генетический алгоритм и методы роевой оптимизации. В докладе приводится описание этих методов и их применение для решения сформулированной задачи, а также проведен сравнительный анализ эффективности методов.

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Зайченко Ю.П.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Анализ финансового состояния и прогнозирование риска банкротства банков в условиях неопределённости

В современной экономике проблема банкротства играет исключительно важную роль. На данный момент существует множество методик определения рейтинга банков (Кромонова, WebMoney, CAMEL, методика агенства Moody's, S&P и др.). Однако они работают при полных и достоверных данных и потому не всегда дают правильные результаты, а порой использование разных методик приводит к противоречивым результатам. Целью настоящей работы является разработка нового подхода к прогнозированию риска банкротства банков на основе применения нечетких нейронных сетей и сравнение полученных результатов с четким методом: методикой Кромонова.

В процессе экспериментов варьировалось число правил вывода, алгоритмы нечеткого вывода, а также набор исходных финансовых показателей с целью определения наиболее адекватного набора для прогнозирования банкротства. Были проведены эксперименты по классификации коммерческих банков и прогнозированию риска банкротства с использованием ННС ANFIS и TSK, нечетких нейронных сетей с выводом Мамдани и Цукамото, а также методики Кромонова.

Все эксперименты проводились на базе следующих показателей: генеральный коэффициент надежности (K_1); коэффициент мгновенной ликвидности (K_2); кросс-коэффициент (K_3); генеральный коэффициент ликвидности (K_4); коэффициент защищенности капитала (K_5); коэффициент фондовой капитализации прибыли (K_6). Данные показатели используются при анализе надежности банка по методике Кромонова.

Для анализа были взяты данные 81 банка, которые используются в качестве проверочной выборки для анализа различными методами. В результате первого проведенного эксперимента был сделан вывод, что методика Кромонова показала довольно большую ошибку прогнозирования, которая равная 36%. Это ставит под вопрос целесообразность ее использования для прогнозирования риска банкротства банков Украины.

Для анализа риска банкротства с использованием нечетких нейронных сетей ANFIS и TSK ANFIS, а также ННС с выводом Мамдани и Цукамото были использованы те же исходные данные, что и для методики Кромонова: учебная выборка – 110 банков, а проверочная – 81 банк.

По результатам первого эксперимента по финансовым данным за год до банкротства методом Кромонова было признано банкротами 29 банков. Методами TSK и ANFIS признано банкротами 10 и 13 банков соответственно, а по нечетким алгоритмам Мамдани и Цукамото признано банкротами 8 и 9 банков соответственно, что в сравнении с другими методами оказалось наилучшими результатами прогнозирования.

Выводы. С помощью разработанной программы был проведен анализ финансового состояния 191 банка Украины, 19 из которых были в последствии признаны банкротами.

Наилучших результатов удалось достичь с помощью нечеткой нейронной сети Мамдани, точность прогнозирования которой составила 91% на проверочной выборке, которая включала 81 банк.

На втором месте находятся результаты прогноза банкротства, полученные с использованием ННС Цукамото, с точностью прогнозирования – 90%.

Нечеткие методы на основе ННС TSK и ANFIS дают худшие результаты в сравнении с алгоритмами Мамдани и Цукамото, точность прогнозирования составила 85%, но намного лучшие в сравнении с общепринятыми четкими методами и методиками прогнозирования банкротства банков, в частности методикой Кромонова.

В докладе приводятся детальные результаты экспериментов, дается их сравнительный анализ и обсуждаются направления дальнейших исследований.

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Зайченко Ю.П., Мурга Н.А.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Направления исследований в области автоматического трейдинга на финансовых рынках

Доклад посвящён описанию преимуществ автоматических систем трейдинга, выделению основных направлений их исследования для регулирования глобальной экономической ситуации и предложениям по поводу создания унифицированных средств их программной реализации.

Понятие автоматической системы трейдинга. Одним из способов взаимодействия трейдера с биржевой системой является использование им клиентского программного обеспечения системы, которое называется торговым терминалом. Большинство торговых терминалов позволяют использовать в процессе трейдинга предварительно написанные программы, позволяющие автоматизировать отдельные операции трейдинга. Такие программы принято называть Механическими Торговыми Системами (МТС), по степени автоматизации которые можно разделить на автоматизированные (предосталяющие поддержку принятия торговых решений), полуватоматизированные (торгуют автоматически, но иногда требуют вмешательства человека) и автоматические. Именно автоматические системы трейдинга являются предметом доклада.

Возможности автоматических систем трейдинга. Главными причинами создания автоматических систем трейдинга является негативное влияние человеческого фактора на процесс трейдинга и нехватка времени для его ведения. Преодоление этих проблем с помощью данных систем является их "локальным" преимуществом. Безусловно, кроме этого, автоматические системы трейдинга должы вести прибыльный трейдинг.

К "глобальным" преимуществам-возможностям данных систем можно отнести:

1. Возможность автоматического регулирования финансовой ситуации как на уровне государства, так и на мировом уровне.
2. Сдерживание разрастания финансовых "мыльных пузырей" совокупностью таких систем благодаря более рациональной оценке ими текущей финансовой ситуации.

Существующие исследования и разработки автоматических систем трейдинга в данный момент в основном направлены на получение определённого выше "локального" преимущенства, а решению "глобальных" проблем в текущее время не уделяется должного внимания (по крайней мере в научной литературе).

Кроме того, очевидна необходимость создания унифицированной методологии (ий) и средств разработки программного обеспечения данных систем для создания их композиций и возможности более широкого использования. Унификация средства разработки автоматических систем трейдинга будет способствовать более активному их внедрению в государственные органы финансового управления.

Направления исследований. Для получения системного ефекта от использования автоматических систем трейдинга необходимо выделить следующие направления их исследований:

1. Исследование влияния решаемых подзадач на ефективность работы автоматических систем трейдинга. Такими основными подзадачами являются: прогнозирование цен финансовых инструментов и прочих показателей, распределение капитала между финансовыми инструментами и создание индикаторов принятия решений про открытие и закрытие позиций по финансовым инструментам.
2. Исследование существующих и создание новых подходов к прогнозированию финансовых показателей при условии их нелинейности и нестационарности.
3. Исследование существующих и создание новых подходов к распределению капитала между фиансовыми инструментами.
4. Создание индикаторов прибыльности автоматических систем трейдинга, позволяющих определять границы их ефективности.

5. Исследование путей интеграции гетерогенных и гомогенных автоматических систем трейдинга.
6. Исследование влияния объёма используемого капитала и количества лот при открытии позиций на результативность автоматического трейдинга.
7. Исследование эффективности автоматических систем трейдинга с ростом числа их пользователей.
8. Исследование влияния роста числа пользователей данных систем на сами фианосвые рынки.
9. Создание и исследование влияния государственных автоматических систем трейдинга на общую социально-экономическую обстановку в стране.
10. Исследование рисков применения автоматических систем трейдинга.
11. Создание унифицированных средств разработки и интеграции автоматических систем трейдинга.

Мультиагентный подход. Как инструмент реализации большинства из представленных направлений исследований, представляет интерес мультиагентный подход. Большая часть данных направлений имеет дело со сложными системами и их отношениями. Сложные системы характеризуются как нетривиальной стуктурой так и комплексной динамикой. Для анализа отношений между такими системами целесообразно определить такие сложные структуры и динамику понятием интелекта сложной системы и рассматривать их как автономные интелектуальные сущности. Таким образом анализ отношений сложных систем сводится к анализу мультиагентного взаимодействия.

В качестве примера можно рассмотреть влияние множества автоматических систем трейдинга на государственную экономическую систему. Автоматические системы трейдинга и государственная экономическая система представляются в виде интеллектуальных агентов и проводится анализ такой мультиагентной системы.

Применение мультиагентного подхода возможно и на уровне разработки отдельных автоматических систем трейдинга. Приложение подхода реализовано по двум направлениям: распределению капитала между финансовыми инструментами и для разработки архитектуры произвольной автоматической системы трейдинга.

В работе [1] впервые представлен мультиагентный подход к распределению капитала между финансовыми инструментами. Под финансовым инструментом в докладе будет пониматься некоторое благо, которым можно торговать на финансовом рынке, имеющее период реализации и цену как функцию от данного периода. В предложенном мультиагентном подходе за каждым финансовым инструментом закреплялась автономная интеллектуальная сущность, которая проводила его анализ и могла открывать и закрывать позиции по инструменту. Такие сущности могли взаимодействовать между собой перераспределяя наличный у каждой из них капитал.

Кроме того, введя понятие реализации финансового инструмента как финансового инструмента с уникальным именем, была предложена и реализована архитектура, которая позволяет обеспечить взаимодействие автоматических систем трейдинга как с торговым терминалом, так и между собой, что соответствует одинадцатому направлению исследований в представленом списке. Использование понятия реализации финансового инструмента позволяет независимо реализовать взаимодействие автоматических систем трейдинга с торговыми терминалами, логику самих автоматических систем трейдинга и систему их отношений. При реализации такой архитектуры допускается, что с каждой реализацией финансового инструмента будет ассоциирована одна интелектуальная сущность, но такая сущность может ассоциироваться с несколькими финансовыми инструментами.

Литература. **1.** Мурга М.О. Мультиагентна система торгівлі на фінансових ринках/ М.О. Мурга// Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції SAIT-2011, Київ, 23-28 травня 2011 р./ ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ». – К.: ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2011. – С. 289.

Зайченко Ю.П., Четырбок П.В.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Распознавание объектов в условиях помех с использованием критерия на основе векторной меры близости в пространстве ошибок

Постановка задачи. Построить отображение множества распознаваемых образов (векторов параметров образов) на множество векторов ошибок распознавания образов нейронною сетью, которое позволяет связать классификацию образов с анализом векторов в пространстве ошибок.

Формулировка критерия близости векторов в пространстве ошибок. Переход из пространства параметров в пространство ошибок. Для распознавания образов построим функцию

$$F = E_2 \cdot x_1 + E_3 \cdot x_2 + E_4 \cdot x_3, \tag{1}$$

где E_2 - среднеквадратическая ошибка, полученная при распознавании образа:

$$E_2 = \frac{1}{n}\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(y_j - d_j)^2}, \tag{2}$$

y_j - реальное значение j-го нейрона выходного слоя нейронной сети, при подаче на её входы образа; d_j - желаемое выходное состояние этого нейрона. Суммирование ведётся по всем нейронам выходного слоя N.

E_3 - линейная ошибка сети, полученная как сумма модулей поразрядного отклонения образа от эталона:

$$E_3 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^{n} |y_j - d_j|, \tag{3}$$

где обозначения соответствуют введённым выше.

$$E_4 = \max_{j=1,\ldots,n} |y_j - d_j|, \tag{4}$$

а x_1, x_2, x_3 - весовые коефициенты выходного слоя, полученные при обучении сети.

Построение решающего правила. Каждому образу, распознаваемому многослойным персептроном в многофакторном пространстве ошибок, соответствует свой вектор ошибок. Впервые построено решающее правило для классификации образов в виде утверждения: каждому образу, распознаваемому многослойным персептроном в многофакторном пространстве ошибок будет соответствовать свой вектор ошибок и образ тем ближе к эталону, чем больше $\cos(\lambda)$, определяемый следующей формулой:

$$\cos(\lambda) = \frac{(\vec{E}, \vec{X})}{||\vec{E}||_c ||\vec{X}||_c}, \tag{5}$$

где $\vec{E}$ - вектор ошибок в пространстве ошибок, полученный при распознавании нейронной сетью входного образа, а $\vec{X}$ - вектор весовых коэфициентов выходного слоя, полученный при обучении сети. Предложенное решающее правило (критерий для распознавания образов) позволяет создать модель распределенной памяти.

Литература. **1.** Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с. **2.** Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. –К.: Издательский дом «Слово», 2008. – 344 с. **3.** Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. - М.: изд. СССР-США СП «ПараГраф», 1990. - 160 с. **4.** Кохонен Т. Ассоциативная память. - М.: Мир, 1980.

Звенигородский А.С., Чернышова В.Н.
Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

Оценка числовых ответов в компьютерных системах тестирования знаний

Задача разработки моделей вопросов и ответов для систем тестирования является актуальной [1]. Среди большого количества видов вопросов в компьютерных системах тестирования выделяют вопросы с числовыми ответами [2, 3]. Частота встречаемости числовых ответов в заданиях достаточно велика [3] и подобного типа вопросы можно выделить как в технических дисциплинах, так и в гуманитарных.

К вопросам с числовыми ответами относятся вопросы, требующие выполнения расчетов (решение задач) и воспроизведения численной информации (ответы-константы), усвоенной ранее. В общем случае для системы тестирования ответы на эти вопросы принципиально не отличаются. В каждой из дисциплин присутствует определенная специфика представления данных в ответах. Например, в технических дисциплинах – это единицы измерений (ответ «10см 5мм»), в географии – географические координаты (ответ «10° с.ш. и 25° в.д.»).

Для оценки ответов на вопросы, которыми являются числа, полученные в результате вычислений, необходимо учитывать погрешность вычислений. Погрешность определяется преподавателем и определяет численный диапазон значений правильного ответа. Кроме этого, отметим ряд вопросов, на которые ответ будет представлять собой не одно значение, а диапазон значений. Например, допустимые нормы примесей («10-15%»). Таким образом, числовые ответы на вопросы можно условно разделим на подтипы:

- Точное значение (целое, дробное);
- Значение из заданного диапазона;
- Диапазон значений.

Оценивание ответов будем проводить как определение степени соответствия численных значений введенного ответа численным значениям модели эталонного ответа. При этом численные значения ответа представлены средствами естественного языка.

Введем функцию эталонного ответа B(Хэ), которая принимает значения на интервале 0,..,1. Значению 0 соответствует минимальная оценка, значению 1 – максимальная. Хэ – диапазон численных значений эталонного ответа.

Для числовых ответов первого подтипа оценка ответа E определяется следующим образом:

$$E = \begin{cases} 1.0, & \text{Хо=Хэ} \\ 0.0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

где Хо – численное значение введенного ответа, Хэ – численное значение эталонного ответа.

Для числовых ответов второго подтипа:

$$E = \begin{cases} B(Xo), & \text{Хо}\in \text{Хэ} \\ 0.0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Пример функции B представлен на рис.1. Функция B задается аналитически или графически.

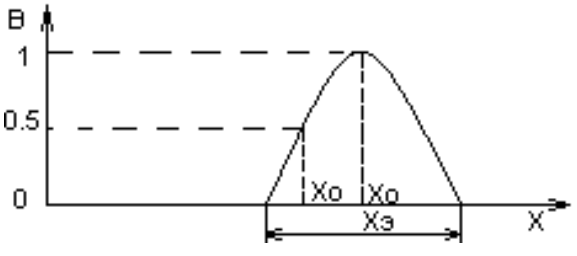


Рис. 1. Пример функции B и определение оценки E

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Для числовых ответов третьего подтипа:

$$E = \begin{cases} B(|Xo \cap Xэ|), & Xo \cap Xэ \neq 0 \\ 0.0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Пример функции B представлен на рис.2.

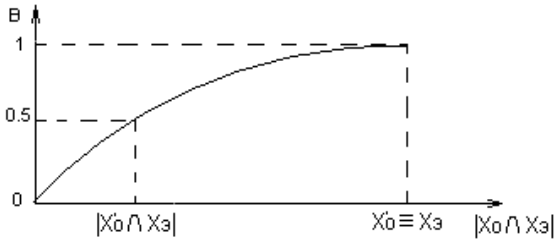


Рис. 2. Пример функции B и определение оценки E

В связи с тем, что один и тот же ответ на естественном языке может иметь несколько вариантов, то при оценивании ответа необходимо выделение и преобразование языковых «чисел» из словесной формы в числа. Процесс анализа ответов показан на рис.3.

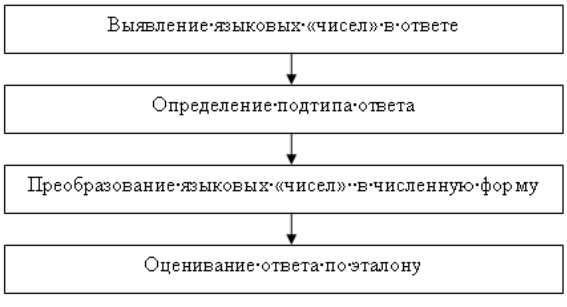


Рис. 3. Процесс анализа ответов с числовыми характеристиками

Реализация оценивания вопросов с числовыми ответами позволяет расширить количество видов заданий при тестировании и повысить эффективность тестирования.

Литература. **1.** Звенигородский А.С. Модель одного ответа на вопрос в естественно-языковых системах тестирования. Звенигородский А.С., Иванова С.Б., Чернышова В.Н. // Искусственный интеллект. – 2012 - №2 с.33-38 **2.** Ю. М. Брумштейн Анализ возможностей и технологий применения тестовых заданий с числовыми ответами / Ю. М. Брумштейн, М. В. Иванова, Н. В. Хлопкова // Серия «актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах» / Волгоградский государственный технический университет, - № 4-13, 2012 **3.** Л.И. Магазинников Компьютерное управление обучением: пределы возможностей/ Л.И. Магазинников, М.Ю. Шевелев // Доклады томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники - Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, - №1 -2008

Землянский О.Н.
Академия пожарной безопасности имени Героев Чернобыля, Черкассы, Украина

Аспекты неопределенности процесса постпрогнозирования концентрации опасных химических веществ после аварии

Рост техногенной нагруженности современного мира приводит к увеличению количества аварий и катастроф. В странах с развивающейся экономикой существует большая вероятность химических аварий из-за изношенности основных фондов и деятельности менеджмента предприятий в направлении максимизации нормы прибыли без учета целей заинтересованных сторон. Важным аспектом, который сопровождает такие аварии, является внезапность их происхождения вследствие характера композиции детерминированных и случайных процессов. Такие условия определяют необходимость прогнозирования будущих аварий, их последствий.

Однако даже построение математических моделей, методов прогнозирования, разработка сценариев возможных действий не гарантируют адекватного принятия решений, тем более в критических условиях. Причиной такого вывода является значительный субъективизм, сопровождающий указанные выше процессы. Поскольку модели строятся до аварии, в них не учитываются многие факторы ее сопровождающие, что является причиной проверки моделей, их верификации и уточнения. Для этого в послеаварийный период необходимо осуществить измерение концентрации опасного вещества в зоне заражения как минимум в двух точках или в разные моменты времени [1].

Ранее разработаны модели на основе нейро-нечеткой сети ANFIS и предложен метод уточнения как самой модели, так и экспертных данных о параметрах состоявшейся аварии [2]. Было сделано упрощающее предположение о неправильности значения одного из параметров и показано как осуществить идентификацию зависимости концентрации опасного вещества (C) от значений параметров аварии (P), т.е. C=F(P).

На практике использование предложенной технологии затруднительно из-за нескольких проблем:

1. Значения двух или более параметров при аварии предположены неправильно. Возможно также, что параметрическая идентификация модели выполнена неверно из-за того, что два или более показателей имели смещенные значения в обучающей выборке вследствие субъективизма эксперта или ошибок измерения.
2. Прибор для измерения концентрации опасного вещества имеет ошибку измерения 5-20%, причем ошибка может быть распределена неравномерно, поскольку зависит от множества неучтенных и неучитываемых факторов.
3. Существует шаг в 20-300 секунд от момента начала измерения до выдачи результата. Значительное влияние на этот процесс оказывает значение температуры внешней среды.

В докладе рассмотрены аспекты решения указанных трех проблем, каждая их которых характеризуется значительной неопределенностью как объективной, так и субъективной. Разработаны продукционные правила, в консеквентах и антецедентах которых присутствуют нечеткие множества с дифференцируемыми функциями принадлежности. С их помощью определены параметры, значения которых определены со смещением, и предложена технология постпрогнозирования значений концентрации опасного вещества в зоне заражения. Ее преимуществом является минимальное время объективизации указанных значений с использованием натурных измерений, коррекции обученной модели и расчет значений концентрации в любой точке области заражения, что позволяет строить динамические карты заражения местности и осуществлять адекватную ситуации поддержку принятия решений.

Литература. **1.** Землянский О.Н., Снитюк В.Е. Принципы и элементный базис реализации технологий прогнозирования чрезвычайных ситуаций в условиях неопределенности // Труды ОНПУ. — 2010. — Вып. 1(33)– 2(34). — С. 143 – 148. **2.** Землянський О.М. Нейромережний метод постпрогнозування концентрації небезпечних речовин в умовах невизначеності // Искусственный интеллект. — 2012. — С. 136–144.

Зенькович М.В.
ЗАО "Литаформ", Москва, Россия

Оценка инвестиционных проектов создания литейных производств по результатам экспериментов с имитационной моделью

Рассматриваются методы и программные средства, позволяющие оценивать эффективность инвестиционных проектов создания литейных производств на базе автоматических формовочных линий (АФЛ). Оценка производится с учетом специфики производимой продукции, рыночной конъюнктуры и предпочтений лиц, принимающих решения (ЛПР).

В общем виде инвестиционный проект P можно представить в виде следующей модели [1]: $P = \{IC_j, CF_k, p, r\}$, где IC_j – инвестиция в j-ом году, $j = 1, ..., q$ $(q \leqslant p)$; CF_k – приток (отток) денежных средств в k-ом году, $k = 1, ..., p$; p – продолжительность проекта; r – ставка дисконтирования. Для оценки эффективности инвестиционных проектов обычно используются такие критерии как [1]: чистая приведенная стоимость (NPV), индекс рентабельности (PI), внутренняя норма доходности инвестиции (IRR), срок окупаемости инвестиции (PP), дисконтированный срок окупаемости инвестиции (DPP), учетная норма прибыли (ARR) и модифицированная внутренняя норма доходности инвестиции $(MIRR)$.

Постановка задачи принятия решений. Задача принятия решений может быть охарактеризована кортежем вида: $< A, \Omega, E, F, P_s, D, T >$, где исходными полагаются: A – множество допустимых альтернативных вариантов (альтернатив); Ω – множество исходов допустимых альтернатив; E – множество векторных оценок исходов; F – отображение $F\colon \Omega \to E$; P_s – структура предпочтений ЛПР. Необходимо построить некоторое решающее правило или алгоритм D, позволяющее производить требуемое действие T над множеством альтернатив A: найти наиболее предпочтительную альтернативу, выделить множество недоминируемых альтернатив, линейно упорядочить множество допустимых альтернатив и т.п. Требуемое действие T над множеством альтернатив A характеризует тип задачи принятия решений (выбор, упорядочение и т.п.). Среда и система предпочтений представляются элементами Ω, E, F, P_s, D. При этом каждой альтернативе $a \in A$ соответствует единственный (детерминированный или случайный) исход $\omega \in \Omega$, который характеризуется векторной оценкой $e(\omega) \in E$.

В рассматриваемой задаче элементами представленного выше кортежа являются [2, 3]:

1. Множество исходов допустимых альтернатив Ω. Исход $\omega \in \Omega$, соответствующий альтернативе $a \in A$, характеризуется вектором, компоненты которого описывают параметры проекта: экономические (цены на отливки, сырье, энергоресурсы и др.); конструктивные (количество веток охлаждения, устройств для транспортировки и др.); технологические (количество компонент формовочной смеси, рекомендуемые значения технологических характеристик для выпускаемых отливок и др.); характеризующие производительность линии (количество годных отливок определенного типа изготовленных на АФЛ за год; коэффициенты использования устройств, входящих в состав производственных участков линии и др.).

2. Отображением $F\colon \Omega \to E$ является вектор-функция вида:

$$F(\omega) = (NPV(\omega), PI(\omega), IRR(\omega), PP(\omega), DPP(\omega), ARR(\omega), MIRR(\omega)).$$

3. Множество векторных оценок исходов E. Элементами множества являются векторы $e(\omega) \in E$, значения компонент которых соответствуют значениям критериев NPV, PI, IRR, PP, DPP, ARR и $MIRR$ рассчитанных для соответствующих исходов.

4. Требуемое действие T над множеством допустимых альтернатив A. Найти наиболее предпочтительную альтернативу $a^* \in A$.

5. Решающее правило D. Требуется найти такую альтернативу $a^* \in A$, для которой соответствующий ей исход $\omega^* \in \Omega$, обеспечивает максимальное значение функции эффективности следующего вида:

$$U(\omega) = \sum_{i=1}^{7} \rho_i UN_i(F_i(\omega)),$$

где $U(\omega)$ – эффективность проекта (альтернативы) $a \in A$ соответствующей исходу $\omega \in \Omega$; ρ_i – весовые коэффициенты, отражающие относительную важность соответствующих критериев, назначаются исходя из индивидуальных предпочтений ЛПР, отражающих его структуру предпочтений P_s. Выбранные критерии имеют разную размерность, поэтому необходимо провести процедуру их нормализации. Данная процедура приводит значения критериев к безразмерному виду. $UN_i(F_i(\omega))$ – монотонные функции, преобразующие каждую критериальную функцию $F_i(\omega)$ к нормализованному (безразмерному) виду, $F_1(\omega) = NPV(\omega)$; $F_2(\omega) = PI(\omega)$; $F_3(\omega) = IRR(\omega)$; $F_4(\omega) = -PP(\omega)$; $F_5(\omega) = -DPP(\omega)$; $F_6(\omega) = ARR(\omega)$; $F_7(\omega) = MIRR(\omega)$.

Расчет критериев и генерация вариантов. Имеется два наиболее распространенных подхода к расчету выбранных критериев оценки эффективности [1]: детерминированный и стохастический (на основе метода статистических испытаний). При использовании детерминированного подхода значения всех параметров денежных потоков устанавливаются ЛПР на основе экспертных оценок. При использовании стохастического подхода все параметры денежных потоков делятся на две группы: детерминированные, значения которых устанавливаются ЛПР, и стохастические. Параметрами стохастической группы являются случайные величины, для них ЛПР устанавливает интервалы изменения, типы и параметры вероятностных распределений отражающие, по мнению ЛПР, определенные закономерности изменения значений данных параметров. Далее с помощью специального программного обеспечения производится статистическое моделирование, на основе которого получают оценки значений критериев.

Существенным недостатком описанных выше подходов является большая зависимость результатов оценки от мнения ЛПР, т.к. значения детерминированных параметров, интервалы, типы и параметры вероятностных распределений для стохастических параметров назначаются ЛПР на субъективной основе. Одним из выходов из данной ситуации является использование для оценки значений производственных параметров рассматриваемого проекта АФЛ имитационной модели АФЛ [2–4]. При использовании этого подхода значения экономических параметров устанавливаются ЛПР на основе экспертных оценок; значения конструктивных параметров линии устанавливаются в соответствии с проектной конструкторской документацией; значения технологических – в соответствии с технологическими регламентами и картами. На значения производственных параметров непосредственное влияние оказывают конструктивные и технологические параметры. Имитационная модель формовочной линии позволяет, изменяя технологические и конструктивные параметры рассматриваемого проекта АФЛ, получать оценки производственных параметров. Разработанная имитационная модель относится к классу дискретно-событийных. При ее построении использовался объектно-ориентированный подход, а для реализации – язык программирования C++ [2–4].

Заключение. Представленная методика оценки инвестиционных проектов создания литейных производств на базе формовочных линий хорошо зарекомендовала себя в ходе выполнения проектных и инжиниринговых работ по созданию новых и реконструкции существующих производств отливок. Предложенный подход основан на сведении многокритериальной задачи оценки инвестиционного проекта к однокритериальной. Применение детальной имитационной модели АФЛ позволяет производить более точную оценку технологических и конструктивных особенностей рассматриваемых проектов. Разработанная методика успешно применяется для анализа альтернативных проектов АФЛ и выбора наилучших структур линий.

Литература. **1.** Ковалев В.В. Введение в финансовый менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 768 с. **2.** Зенькович М.В., Древс Ю.Г. Задача поддержки принятия решений при оценке инвестиционных проектов создания литейных производств на базе формовочных линий // Программные продукты и системы. 2012. №4(100). – С. 242–247. **3.** Зенькович М.В., Древс Ю.Г. Поддержка принятия решений при оценке инвестиционных проектов создания литейных производств // Прикладная информатика. 2012. №5(41). – С. 103–113. **4.** Зенькович М.В., Древс Ю.Г. Методы и средства поддержки принятия решений при проектировании формовочных линий // Автоматизация в промышленности. 2010. №11. – С. 40–43.

***Иевлева С.Н.*[1], *Фролов В.А.*[2]**
[1]*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина;* [2]*ОДУ "Укртрансгаз", Киев, Украина*

Методы оптимизации плановых режимов работы компрессорной станции магистрального газопровода с учетом технического состояния технологического оборудования

Компрессорные станции (КС) являются основным управляемым элементом в комплексе технологических объектов магистральных газопроводов (МГ). Управление КС позволяет изменять режимы работы газотранспортных систем (ГТС), компенсировать колебания потребления и подачи газа, а также максимально использовать аккумулирующую способность газопровода [1].

КС обычно состоит из нескольких компресорных цехов (КЦ), представляющих собой законченные «технологические линии» процесса компримирования (сжатия и повышения давления) газа. Число КЦ КС определяется, как правило, числом ниток МГ. Многониточные газопроводы сооружаются поэтапно, поэтому одна КС может объединять КЦ с технологическим оборудованием разных типов и разных «поколений». Если каждый цех «стоит» на своей нитке или на своем МГ, то в большинстве случаев ими можно управлять независимо. КЦ обычно имеет двухуровневую структуру управления с распределением функций между уровнями: уровень локальных систем автоматического управления (САУ), которые предназначены для местного автоматического и ручного управления основным и вспомогательным технологическим оборудованием КЦ; уровень АСУ ТП КЦ, которая предназначена для автоматизированного управления технологическим оборудованием КЦ.

Одной из основных типовых расчетных задач АСУ ТП КЦ, является задача структурной и параметрической оптимизации режимов работы объектов КЦ при разных наборах граничных условий.

Существуют следующие способы оптимизации режимов работы компрессорного цеха [2].

1. Аналитический – структурная и параметрическая оптимизация проводится с использованием математической модели реального объекта.
2. Эмпирический (практический) – структурная и параметрическая оптимизация производится на реальном объекте в масштабе реального времени с использованием систем автоматического управления, основанных на ПИД - регуляторах.

Обычно распределение нагрузки между газоперекачивающими агрегатами (ГПА) КЦ, являющимися основным силовым оборудованием КС, производится без учета их технического состояния. При этом для всех ГПА задаются одинаковые значения уставки на частоту вращения вала центробежного нагнетателя (ЦБН).

Учет технического состояния ГПА при оптимизации режима КЦ иногда осуществляют путем равномерного распределения между ГПА требуемого коммерческого расхода газа. Пересчитывая требуемое значение производительности конкретного ГПА с учетом коэффициентов его технического состояния, получают искомые значения частоты вращения вала ЦБН, которые передаются в САУ ГПА в качестве уставок.

В настоящее время, учитывая вышесказанное и в связи с развитием вычислительной техники, наиболее актуальной становится задача внедрения новых оптимизационных алгоритмов и методов в автоматизированные системы управления различными технологическими процессами, проходящими на КС.

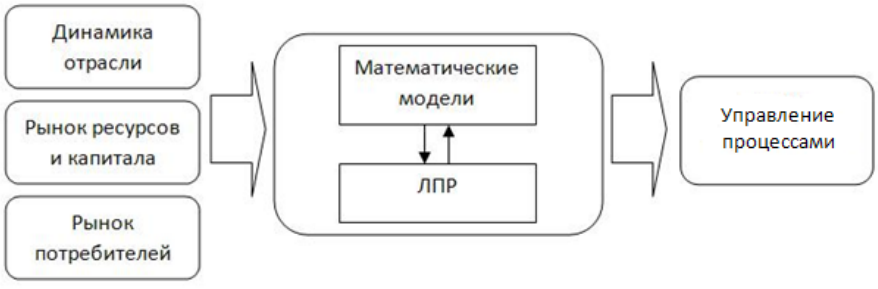
Литература. **1.** Тевяшев А. Д. Интеллектуальная система оптимизации режимов работы компрессорной станции магистрального газопровода / А. Д. Тевяшев, С. Н. Набатова // Бионика интеллекта. – 2008. – № 1 (68). – С. 34–40. **2.** Иевлева С.Н.Методы оценивания и мониторинга технического состояния технологического оборудования газотранспортной системы / С.Н. Иевлева //Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – №4/7 (59) – С. 32-34.

Канель П.О. *— рецензент Мурга А.Н.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Системы поддержки принятия управленческих решений в условиях рыночной экономики

С развитием общества и вычислительной техники растут масштабы финансовой деятельности человечества. Человеческий мозг не в состоянии обрабатывать нарастающие объемы информации, поэтому возникла необходимость в автоматизации обработки и фильтрации информации с целью повышения качетсва результатов работы.

Предложенная СППР нацелена на отображение целостной картины текущего положения предприятия и прогнозирование тенденций. Структурная схема СППР имеет следующий вид:



Основной целью лица принимающего решение (ЛПР, менеджера) является увеличение стоимости бизнеса. Относительные и абсолютные изменения этой величины показывают степень эффективности принятия решения.

Данные о внешних условиях можно разделить на статистические (временные ряды) и экспертные. К первому типу данных можно отнести спрос на продукцию и уровень потребления ресурсов, цена на сырье и продукцию, ставки по долгосрочным и краткосрочным кредитам. Для их обработки и прогнозирования целесообразно применять нейронные сети - в данном случае используется метод обратного распространения ошибки (алгоритм Back Propagation).

К экпертным данным относится кредитный рейтинг Украины и премия за специфические риски компании. В этих данных значительное влияние оказывает человеческий фактор, спрогнозировать который иногда не представляется возможным. Для анализа экспертных данных используется метод Делфи.

В процессе принятия решения ЛПР должен решить следующие задачи:

1. Выбор структуры капитала (соотношение долга к собственному капиталу).
2. Определение политики закупок с учетом текущего уровня производства и инвестиционной политики, направленной на расширение производства.
3. Определение маркетинговой политики касательно цен и объемов выпуска.
4. Минизация риска и оценка гарантированого результата.

Каждый этап содержит различные альтернативы. Предпочтение между альтернативами отдается в зависимости от текущих и прогнозируемых внешних условий. Присутсвие человеческого фактора во внешних условиях нарушает строгие функциональные зависимости и создает скрытые. Поэтому данная СППР использует динамическое взаемодействие математических моделей с ЛПР в виде реализации правил «если – то».

Данная СППР позволяет облегчить задачу для ЛПР углубив анализ, необходимый для принятия решений и расчитав ожидаемые показатели деятельности.

Киселева Е.М., Семчина П.В.
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Днепропетровск, Украина

Сравнение геометрических форм границ оптимального нечеткого разбиения множества для некоторых метрик

Рассмотрим задачу оптимального нечеткого разбиения множества Ω без ограничений с отысканием центров подмножеств. При заданном количестве подмножеств, найти оптимальное нечеткое разбиение четкого множества Ω, т.е. найти пару элементов $(\mu^*(\mathrm{x}), \tau^*)$, такую что:

$$I(\mu_1(x), ..., \mu_N(x), \tau_1, ..., \tau_N) =$$

$$\int_{\Omega} \sum_{i=1}^{N} (\mu_k(x))^m (c(x, \tau_k) + a_k)\rho(x)dx \to \min, \mu(x) \in M, \tau_k \in \Omega(1)$$

где

$$\sum_{k=1}^{N} \mu_k(x) = 1, \forall x \in \Omega;$$

m – параметр, который называется экспоненциальным весом;

$\rho(x)$ – ограниченная, измеримая, неотрицательная на Ω функция.

Очевидно, что форма и свойства разделяющей гиперповерхности подмножеств определяются свойствами функций $\mathrm{c}(\mathrm{x}, \tau_i)$.

Рассмотрим случай, когда Ω является плоским множеством, т.е. $\mathrm{x} = (\mathrm{x}^1, \mathrm{x}^2) \in \Omega \in \mathrm{E}_2$, а функция $\mathrm{c}(\mathrm{x}, \tau_i)$ определяется как одна из метрик:

$$c(x, \tau_i) = \|x - \tau_i\|_2 = \sqrt{(x^1 - \tau_i^1)^2 + (x^2 - \tau_i^2)^2} - \text{евклидова (2)},$$

$$c(x, \tau_i) = \|x - \tau_i\|_1 = |x^1 - \tau_i^1| + |x^2 - \tau_i^2| - \text{манхэттенская (3)},$$

$$c(x, \tau_i) = \|x - \tau_i\|_0 = max\{|x^1 - \tau_i^1|, |(x^2 - \tau_i^2|\} - \text{Чебышева (4)},$$

Для каждого фиксированного вектора $\tau = (\tau_1, \ldots, \tau_N) \in \Omega^N$, гиперповерхность, разделяющая подмножества Ω_i и Ω_k, $i, k = 1, 2, \ldots, N$, $i \neq k$, определяется неявным уравнением вида

$$F_{ik}(x) = c(x, \tau_i) - c(x, \tau_k) + (a_i - a_k) + (\psi_i - \psi_k) = 0, \forall x \in \Omega(5),$$

Пусть теперь τ_i и τ_k – центры оптимальных подмножеств Ω_{*i} и Ω_{*k} соответственно. Исследуем геометрическую форму линии, являющейся оптимальной границей между этими подмножествами. Введём следующие обозначения:

$$D = (a_i - a_k), H = c(\tau_i, \tau_k).$$

Тогда для функции (2), в соответствии с (5), получаем уравнения границы:

$$\sqrt{(x^1 - \tau_i^1)^2 + (x^2 - \tau_i^2)^2} - \sqrt{(x^1 - \tau_k^1)^2 + (x^2 - \tau_k^2)^2} + D = 0.$$

В зависимости от соотношений H и D, вид границы представляет собой либо ветвь гиперболы с фокусами τ_i, τ_k, либо серединный перпендикуляр к отрезку $\lfloor \tau_i, \tau_k \rfloor$.

Для метрики (3), в соответствии с (5) получаем уравнение границы:

$$|x^1 - \tau_i^1| + |x^2 - \tau_i^2| - |x^1 - \tau_k^1| - |x^2 - \tau_k^2| + D = 0.$$

При $D = 0$ - границей является ломаная из трех звеньев.

Для метрики (4) получаем уравнение границы:

$$max\{|x^1 - \tau_i^1|, |x^2 - \tau_i^2|\} - max\{|x^1 - \tau_k^1| - |x^2 - \tau_k^2|\} + D = 0.$$

В этом случае вид границы аналогичен случаю с метрикой (3), меняется лишь ориентация ломаной в системе координат [1].

Литература. 1. Киселева Е.М., Шор Н.З. Непрерывные задачи оптимального разбиения множества: теория, алгоритмы, приложения. – К.: Наукова думка, 2005. – 564 с.

Киян М.А., Подладчіков В.М.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Застосування алгоритмів згладжування для попередньої обробки статистичних сонячних даних

XXI століття – це століття Сонця. Сферами впливу сонячної погоди на Землю є супутникові та орбітальні станції, космонавтика, телекомунікації та навігація, авіація, наземні системи, електроніка й транспорт, клімат, біосфера. Збурення сонячної погоди призводять до проблем у високоточних складних системах, багатомільярдних втрат і глобальних катастроф.

Саме тому з розвитком новітніх технологій, космонавтики, систем зв'язку, телекомунікаційних та кабельних мереж, з будовою нафтопроводів, газопроводів, трубопроводів, з видобуванням корисних копалин у світі почали приділяти велику увагу дослідженням сонячної активності. Більш ніж 90% фінансування цих досліджень виділяють транснаціональні компанії.

Актуальність вивчення сонячної активності і впливу її на Землю і людину сьогодні не викликає сумнівів.

Прогнозування сонячної активності є вкрай актуальною задачею XXI століття[1]. Існує велика кількість підходів, методів та алгоритмів прогнозування сонячної активності, але один з найбільш важливих етапів - попередня обробка вхідних даних та їх згладжування.

Іноді дуже висока волатильність процесу унеможливлює його подальший аналіз. В деяких задачах аналізу часових рядів постає проблема зашумленості вихідних даних. Цю задачу дозволяють розв'язати алгоритми згладжування даних. На вхід таких алгоритмів поступає вибірка даних, на виході отримується згладжена вибірка, придатна до подальшого аналізу.

На теперішній час відомо декілька алгоритмів згладжування даних. Серед них алгоритми, побудовані на основі регресії, ковзного середнього, сплайнів різних порядків, кривих Безьє.

В світовій практиці відомо застосування так званого 13-місячного згладжування[2] для підготовки статистичних сонячних даних.

Алгоритми цифрової обробки даних знаходять широке застосування в електроніці і все ширше застосовуються в радіовимірювальній техніці. В якості алгоритмів найбільш часто використовуються згладжуючі сплайни[3], функції Безьє і B-сплайни. Практична реалізація цих методів призводить до алгоритмів, що вимагають значного часу обчислень та великого обсягу пам'яті комп'ютера.

В роботі було застосовано існуючі алгоритмі згладжування для попередньої обробки сонячних даних та проведено аналіз їх ефективності. Також було розглянуто новий алгоритм цифрової фільтрації[4].

Вибір критерію оптимальності в алгоритмі цифрової фільтрації близьким до критерію згладжуючого кубічного сплайна дозволив отримати якість згладжування не гіршу, ніж при згладжуванні кубічним сплайном, а використання апарату кінцевих різниць призвело до значного спрощення алгоритмів згладжування.

Алгоритм дозволяє вибирати ступінь згладжування. Трудомісткість алгоритму, при заздалегідь розрахованих вагових функціях, залежить від кількості даних лінійно. Трудомісткість розрахунку вагових функцій залежить не від кількості даних, а від величини коефіцієнта згладжування. При зменшенні коефіцієнта, збільшується кількість елементів вагової функції.

При одній і тій же гладкості кривої алгоритм цифрової фільтрації показав меншу похибку, ніж алгоритм згладжування кубічним сплайном, а той в свою чергу меншу, ніж алгоритм 13-місячного згладжування.

Література. **1.** Kane R. P. Prediction of the sunspot maximum of solar cycle 23 by extrapolation of spectral components / Kane R. P. // Solar Physics. – 1999. – Вип. 189. – С. 217–224. **2.** Hathaway D. H. Solar Cycle Forecasting / Hathaway D. H. // Space Sci Rev. – 2008. – 12 p. **3.** Де Бор К. Практическое руководство по сплайнам / Де Бор К. — М: Радио и связь, 1985. – 304с. **4.** Глухов Г.Н. Алгоритм цифровой фильтрации / Глухов Г.Н. – 2011.

Кондратенко Н.Р., Снігур О.О.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Нечітке моделювання в задачах аналізу цілісності зображень

У системах інтелектуального аналізу даних часто виникає необхідність працювати з експериментальними даними, представленими у вигляді графічних зображень, тому задача розпізнавання та аналізу графічних об'єктів широко розповсюджена. Для її розв'язання існує ряд підходів. Зокрема, методи ідентифікації графічних об'єктів за допомогою нечітких нейронних мереж. У роботі [1] такий меод використовується для побудови інтелектуальної системи класифікації об'єктів на електрооптичних зображеннях.

Підхід на основі засобів математичної статистики та криптографічних хешів представлено в [2]. На основі набору ознак зображення генерується хеш-функція за алгоритмом, що допускає незначні модифікації зображення при незмінному значенні хеш-функції. При цьому даний підхід не дозволяє регулювати поріг, що задає межу між відносно неушкодженим зображенням та таким, що не піддається ідентифікації; так само цей метод не дозволяє оцінити міру пошкодженості аналізованого зображення. Його виходом є єдине чітку значення - зображення або ідентифіковано, або ж ні.

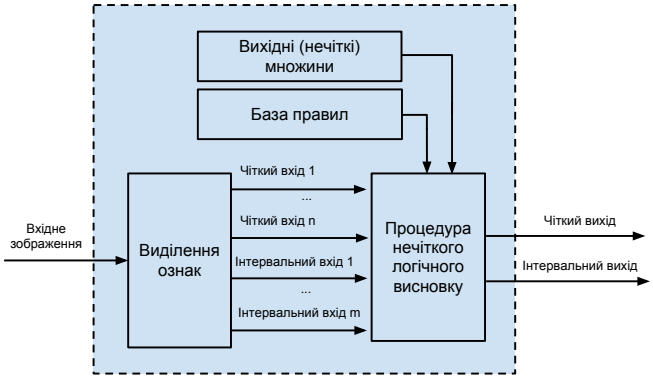


Рис. 1. Нечітка логічна система аналізу цілісності зображення

Як альтернатива цим двом підходам пропонується модель нечіткої логічної системи аналізу цілісності зображення, наведена на Рис.1. Вихідні множини, тобто класи зображень за ступенем цілісності, а також база правил логічного висновку можуть бути утворені в процесі роботи експерта з системою на етапі її навчання. Повністю усунути експерта на цій стадії не видається за доцільне, але частину його функції із виділення вихідних класів об'єктів та формування бази правил може перебрати на себе алгоритм кластеризації.

Вхідними даними для процедури нечіткого логічного висновку є набір ознак аналізованого зображення. Вони можуть бути представлені як у чіткій, так і в інтервальній формі. Вихід системи характеризує належність вхідного зразка до того чи іншого класу зображень відповідно до його якості. Окрім чіткого виходу система надає також інтервальне значення, що в деяких випадках може суттєво вплинути на прийняте рішення щодо придатності чи непридатності вхідного зображення для подальшої обробки.

Література. **1.** Зайченко Ю.П. Исследование нечетких нейронных сетей в задачах распознавания объектов электрооптических изображений. / Ю.П. Зайченко, И.М. Петросюк, М.С. Ярошенко // Системні дослідження та інформаційні технології. - 2009. - №4. - с. 61-76: http://journal.iasa.kpi.ua/zm456st/2009/No4/2009-n4-zaychenko-text. **2.** A. Swaminathan, Y. Mao, M. Wu, "Robust and Secure Image Hashing," IEEE Transactions on Information Forensics and Security, Vol.1, Issue 2, May 2006. - pp. 215 - 230.

Коршевнюк Л.О., Терентьєв О.М., Бідюк П.І.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ», Київ, Україна

Методика побудови математичних моделей динамічних процесів

Основи методики побудови моделей часових рядів запропоновані Боксом і Дженкінсом в роботі [1]. Модифікована авторами методика побудови математичної моделі динамічного процесу, складається з таких кроків [2]:

1. Аналіз процесу, для якого будується модель. Виконується на основі спеціальних літературних джерел, експертних оцінок протікання процесу, візуального дослідження вимірів вхідних і вихідних змінних, представлених часовими рядами або часовими перерізами, а також на основі іншої доступної інформації. Аналіз процесу спрямовується на розв'язання таких задач: визначення вимірності процесу; встановлення логічних зв'язків між змінними та можливостей їх спільного математичного опису; визначення кількості зовнішніх збурень та їх типу; встановлення можливості декомпозиції процесу на окремі простіші підпроцеси; розмежування рівнів процесів, що мають ієрархічну структуру; виявлення існуючих моделей процесу та досвіду його теоретичного чи експериментального дослідження, їх недоліків і переваг. Ігнорування цього етапу призводить до неможливості побудови моделі високого ступеня адекватності процесу та її придатності для розв'язання згаданих вище задач.

2. Попередня обробка експериментальних даних. Цей процес складається, як правило, з таких операцій: нормування та візуальна перевірка даних і, при необхідності, їх корегування, заповнення пропусків та зменшення викидів (аномальних значень); бутстреп аналіз наявних даних з метою збільшення об'ємів вибірок; заміна некоректних вимірів інтерпольованими або усередненими даними; формування перших або різниць вищих порядків; ортогональні перетворення та цифрова фільтрація даних з метою вилучення шумових складових.

3. Аналіз наявності нелінійностей. Наявність нелінійностей визначається за допомогою формальних тестів на основі множини статистичних критеріїв та візуального дослідження. Досвідченому фахівцю з моделювання візуальний аналіз дає можливість оперативно виявити наявність ділянок з лінійним або нелінійним трендом та значні викиди (імпульсів), які можуть суттєво впливати на якість моделі.

У випадку наявності більше трьох вибірок спостережень для одного і того ж процесу, можна рекомендувати простий тест для встановлення факту наявності не лінійності. Якщо статистика $\widehat{F}$, яка розраховується як відношення (відхилення середніх значень від прямої регресії) до (відхилення значень $y(k)$ від вибіркових середніх), з $v_1 = m - 2$ та $v_2 = n - m$ ступенями свободи не менше рівня значимості, то гіпотезу щодо лінійності необхідно відхилити, де n - загальне число вимірів, m - число вибірок даних.

Наявність нелінійності можна встановити також за допомогою вибіркових *нелінійних кореляційних функцій* (НКФ), що розраховані за вибірками експериментальних даних.

Наявність нелінійного детермінованого тренду в процесі можна визначити шляхом оцінювання рівняння, що є поліномом порядку m відносно часу: $y(k) = a_0 + c_1 k + c_2 k^2 + \cdots + c_m k^m$. Якщо хоча б один із коефіцієнтів c_i, $i = 1, \ldots, m$ є статистично значущим, то гіпотеза стосовно відсутності тренду відхиляється. Наявність нелінійності стосовно регресора $x(k)$ можна встановити за допомогою відповідного полінома: $y(k) = a_0 + c_1 k + c_2 k^2 + \cdots + c_m k^m + \varepsilon(k)$. Автоматично оцінює структуру математичної моделі *метод групового врахування аргументів* (МГВА), запропонований академіком Івахненком О. Г. Цей метод вже багаторазово застосовували до опису широкого класу процесів з метою оцінювання прогнозів та керування.

Загалом, задача встановлення наявності та визначення типу нелінійності залишається, на сьогодні, предметом активних досліджень.

4. Вибір (формування) структури моделей-кандидатів. Структура моделі включає *порядок моделі* (найвищий порядок рівнянь, що його утворюють); *вимірність* (число рівнянь моделі); час *запізнення* по входу (лаг) та його оцінка; *можливі нелінійності* та їх тип; *зовнішні збурення* та їх тип (детерміновані або випадкові; адитивні та мультиплікативні; імпульсні та неперервні). Для формування структури моделі виконують такі дії: (1) обчислити та виконати аналіз кореляційної матриці для часових рядів залежної та незалежних змінних з метою визначення тих екзогенних змінних, які необхідно включити в модель; (2) обчислити

автокореляційну (АКФ) та часткову автокореляційну функції (ЧАКФ) залежної змінної з метою визначення оцінки порядку авторегресійної частини моделі; (3) оцінити характеристики інших елементів структури математичної моделі.

5. Вибір методу (методів) оцінювання параметрів математичних моделей вибраних структур і оцінювання векторів їх параметрів. Найчастіше це метод найменших квадратів (МНК), метод максимальної правдоподібності (ММП) та їх модифікації (рекурсивні та нелінійні). Коефіцієнти моделей оцінюють, використовуючи принцип економії або збереження – *кількість коефіцієнтів, що оцінюються, не повинна перевищувати їх необхідне число* ("необхідність" можна визначити, наприклад, як необхідність збереження в моделі основних статистичних характеристик процесу). Також необхідно пам'ятати, що поведінку процесу необхідно *апроксимувати* за допомогою рівнянь, а не старатися описати її до найменших дрібниць. Модель, що оцінюється, повинна задовольняти принципу інверсії, тобто щоб за допомогою отриманого рівняння можна було б згенерувати початковий ряд, на основі якого оцінювались коефіцієнти. Тобто, модель повинна співпадати з досліджуваним процесом за основними характеристиками: середнє, дисперсія та коваріація.

6. Вибір кращої з оцінених моделей-кандидатів. Вибір здійснюєтьсяза допомогою множини статистичних критеріїв адекватності (якості) моделі. Аналізується якість моделей і виконується перевірка оцінених кандидатів на адекватність процесу, що складається з таких кроків:

- Візуальне дослідження графіка похибок моделі. На графіку не повинно бути значних викидів та довгих інтервалів, на яких похибка приймає великі значення (тобто довгих інтервалів суттєвої неадекватності).
- Аналіз наявності кореляції між значеннями похибок. Похибки моделі повинні бути некорельованими. Для аналізу обчислюється АКФ та ЧАКФ для ряду похибок. Ступінь корельованості визначається за допомогою Q-статистики (наприклад, Q-статистика вважається несуттєвою до рівня 10%) та статистики Дарбіна-Уотсона (DW) [2].
- Перевірка кількості ітерацій оцінювання. Для лінійної моделі 2-3 порядку оцінки параметрів повинні збігатися до усталених значень після 30-40 ітерацій алгоритму оцінювання. При значно більшій кількості ітерацій процес може бути нестаціонарним.
- Перевірка статистичної значущості оцінок параметрів моделі за *t-статистикою Стьюдента* [2].
- Обчислення *коефіцієнту множинної детермінації* R^2, який показує рівень інформативності моделі по відношенню до інформативності вибірки даних, за якою вона була оцінена.
- Перевірка, що *сума квадратів похибок* для вибраної моделі повинна бути мінімальною у порівнянні з усіма іншими моделями.
- Розрахунок *інформаційних критерію Акайке* та *критерію Байєса-Шварца* [2], за якими вибирають ту модель, для якої критерії приймають найменші значення.
- Розрахунок F-*статистики Фішера* [2] дозволяє визначити адекватність моделі в цілому.

7. Висновки. Коректне застосування запропонованої методики забезпечує побудову адекватної математичної моделі процесу, якщо експериментальні дані відповідають вимогам представництва та інформативності. Перша вимога означає, що вибірка даних повинна охоплювати достатньо довгий проміжок часу, щоб повністю відображати поведінку того режиму функціонування процесу, для яких будується модель. Вимога інформативності означає, що вибірка повинна містити в собі об'єм інформації, достатній для оцінювання коефіцієнтів моделі. Розглянута методика побудови математичних моделей орієнтована на побудову моделей фінансово-економічних, соціальних та екологічних процесів, для яких, як правило, набагато складніше поставити експеримент та отримати інформативні експериментальні дані в достатньому об'ємі. В наведеному вигляді ця методика також може бути успішно застосована до побудови моделей динаміки технічних систем та технологічних процесів.

Література. **1.** Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. – Москва: Мир, 1974. – 406 с. **2.** Половцев О.В. Системний підхід до моделювання, прогнозування та управління фінансово-економічними процесами / О.В. Половцев, П.І. Бідюк, Л.О. Коршевнюк, І.І. Семенчев. – Донецьк: "Східний видавничий дім", 2009. – 286 с.

Кравець І.О., Крикунова К.Г., Ковальчук Є.О.
Чорноморський державний університет ім. П.Могили, Миколаїв, Україна

Система підтримки прийняття рішень для вибору оптимальної стратегії фірми на базі нечітких нейронних мереж

Процес стратегічного менеджменту є досить складним та вимагає великих трудових затрат. Тому розробка програмного забезпечення для полегшення процесу стратегічного планування є актуальною. Нечіткі нейронні мережі, які включають переваги як нейронних мереж так і систем нечіткої логіки, дуже придатні для стратегічного менеджменту. Таким системам притаманна властивість до навчання новим даним, якає властивістю нейронних мереж, так і можливість утворення бази правил у формі зрозумілої експертам. Але в відомих нечітких нейронних мережах є певні моменти, які потребують доробки. Так, база правил або формується експертом, або використовується повна база правил, що є надмірним та не завжди відповідає дійсності. Алгоритми навчання нейронної мережі розроблені для Гауссовської функції належності [2] або мають емпіричний характер.

Реалізовано інформаційно-аналітичну систему прогнозу на основі нечіткої нейронної мережі Такагі-Сугено-Канга [1,2,3] для задачі прогнозування зовнішніх факторів та внутрішніх показників підприємства та нечіткого нейроконтролера для вибору оптимальної стратегії і керуючого впливу.

Запропоновано використання чисельних алгоритмів для розрахунку частинних похідних виходу нечітких правил по параметрам різних функції належності. Розроблено алгоритм автоматичного формування нечіткої бази правил для нечіткої нейронної мережі TSK для задач прогнозування та нейроконтролера для вибору керуючого впливу.

Реалізовано ієрархічну базу правил для поєднання декотрих вхідних факторів, у якої перший рівень виконує кластеризаційний алгоритм Fuzzy-C-Means, другий рівень – база правил нечіткої нейронної мережі TSK.

Проаналізовано роботу розробленої мережі TSK при зміні розміру навчальної вибірки та кількості правил для нечіткого логічного висновку. Встановлено, що достатній обсяг навчальної вибірки до 100 прикладів а бази правил 5-6.

Проаналізовано методологічний підхід оцінювання та вибору оптимальної стратегії на базі апаратів нечіткої логіки та нейронних мереж, що дозволяють мінімізувати грошові і часові витрати на цей процес, точно та якісно оцінювати привабливість стратегій розвитку, що особливо актуально за умов динамічного розподілу конкурентних сил у ринковому середовищі.

Розроблено структуру нечіткого нейроконтролера для визначення впливу зовнішніх показників та внутрішніх на фінансові показники підприємства. Реалізовано алгоритми нечітких логічних висновків Мамдані і Цукамото для оцінки і вибору оптимальної стратегії; проведено порівняння результатів застосування алгоритмів різних нечітких логічних висновків для задачі оцінки стратегій розвитку підприємства.

Розроблено програмний модуль, що дозволяє провести аналіз актуальності стратегій, з урахуванням значень зовнішніх економічних показників і фінансових показників підприємства.

Література. **1.** Takagi T., Sugeno M. Fuzzy identification of system and its application for modeling and control. IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics. 1995 V.15 N1P.116-132. **2.** Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методи в интеллектуальних системах.-К., „Слово", 2008.- 333с. **3.** Бодянський Є.В., Винокурова О.А.. Інтелектуальна обробка даних на основі гібридної вейвлет-нейро-фаззі системи на адаптивних W -нейронах. // Наукові праці: Науково- методичний журнал. – Миколаїв: Збірка Чорноморського державного університету ім П.Могили 2009.Вип 104.Т.117. –С88-98.

Кравець П.І., Лукіна Т.Й., Жеребко В.А., Шимкович В.М.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Програмні засоби реалізації оптимізаційних алгоритмів керування складними технічними системами та комплексами

Будь-яка задача технічного проектування систем керування складними технічними комплексами (СТК) та інженерної побудови сучасних інтелектуальних систем автоматичного керування (ІСАК) такими комплексами стикається із наступною проблемою – практична програмно-технічна реалізація оптимізаційних алгоритмів керування СТК [1]. Синтез ІСАК зазвичай ускладнений великою кількістю обчислювальних ітераційних операцій, об'ємним математичним забезпеченням та банально браком часу. Рішення, які спрямовані на пошук оптимальних налаштувань та стратегій оптимального керування СТК потребують автоматизації. Засоби автоматизації таких інженерних рішень включають як схемно-технічні так і програмні засоби.

Синтез оптимальних керувань СТК та їх моделювання класично виконується засобами персональних (або серверних) обчислювальних систем, що включають апаратну платформу (наприклад, персональний комп'ютер), відповідну операційну систему та програмне забезпечення платформи розробника. Готові результати синтезу оптимальних керувань СТК (функціонал ІСАК) переносяться на виконавчу платформу (зазвичай відмінну від платформи розробника), що несе за собою шлейф суттєвих проблем, а саме: несумісність формату вихідних даних результатів синтезу та формату, у якому ці дані сприймає виконавча платформа; відсутність програмного функціоналу, або схемно-технічного рішення, яке спроможне виконати математичний функціонал, синтезований на платформі розробника. Для вирішення цих проблем пропонується для задач синтезу оптимальних керувань СТК використовувати єдину універсальну програмну платформу, що повністю закриє питання синтезу на рівні розробника, а також питання спроможності до виконання результуючих функціоналів на виконавчій апаратно-програмній платформі.

Сучасним програмних забезпеченням автоматизації процедур синтезу ІСАК СТК, реалізації алгоритмічного та математичного функціоналу, а також, що най головне, безпосере-днього виконання синтезованого функціоналу є програмна платформа компанії National Instruments – пакет LabVIEW.

На базі платформи та засобами LabVIEW розроблений універсальний програмний засіб «Генетичний оптимізатор стратегій керування складними системами» (ГЕНОП) у вигляді системи віртуальних інструментів (VI), що реалізують інтелектуальні технологій вирішення оптимізаційних задач керування, синтезу, моделювання і реалізацію моделей об'єктів та сис-тем, алгоритмів обчислення та пошуку оптимальних рішень керування. Засобами та інстру-ментами ГЕНОП є можливість виконувати процедури пошуку оптимальних керувань, синтез, моделювання й програмну реалізацію оптимального і енергозберігаючого керування СТК.

Функції програмного засобу ГЕНОП розширюють бібліотеку стандартних програм-них модулів LabVIEW. Головна задача, яку вирішує ГЕНОП – віднайти стратегію оптимального керування СТК як класичної ієрархічної АСУ ТП з точки зору критеріїв якісного та енергозберігаючого керування, зокрема налаштування оптимального регулятора. Базовий принцип роботи ГЕНОП полягає у математичних розрахунках щодо пошуку оптимальних законів керування в СТК на базі класичних, нейронечітких та еволюційних підходів, зокрема апарату штучних нейронних мереж і генетичних алгоритмів. Обчислення виконуються як у статичному режимі на моделі СТК так і у динамічному режимі функціонування СТК.

Література. 1. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 3-х т. Т.2: Оптимизация многообъектных многокритериальных систем. Под ред. Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 748 с..

Литвин В.В., Верес О.М., Гопяк М.Я., Полтавський Д.Д.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Підхід до оцінювання якості онтологій баз знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень

Задача оцінки якості онтологій є однієї з актуальних проблем сучасного онтологічного інжинірингу. Ця частина процесу розроблення онтологій важлива з практичної точки зору, і це є причиною того, що різними групами вчених розроблено різні підходи в області оцінки онтологій. У даний час відомо більш десятка методів. Детальний огляд існуючих методів і підходів в оцінці онтологій наведені в роботах [1,2]. Існуючі методи оцінки онтологій ставлять перед собою одну з наступних цілей:

- повнота і точність словника предметної області; таку задачу вирішують підходи, описані в роботах [3,4];
- адекватність структури з погляду таксономії та відношень;
- вибір кращої онтології з декількох наявних; як правило, такі роботи використовують різні метрики, наприклад Ontometric.

Ми вважаємо, що таке оцінювання необхідно здійснювати в залежності від того для яких цілей використовується онтологія. Так для інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (ІСППР) вона є ядром бази знань (БЗ). Для оцінювання якості ІСППР використаємо стандарт ISO 9126 [5]. Адаптуємо характеристики цього стандарту до онтології. Функціональна придатність ІСППР залежить від повноти онтологій, наскільки вона точно описує специфіку ПО та задач, які у ній виникають. У свою чергу, повнота онтологій залежить від вміння давати правильні відповіді на запити до неї. Це у свою чергу, залежить від вміння системою оцінювати новизну знань, яку пропонується додавати до онтології [6]. Мірою якості функціональної придатності буде середній відсоток нетривіальних (ненульових), правильних відповідей на запити до онтології. Коректність або достовірність функціонування ІСППР - це відсоток достовірно розв'язаних задач інтелектуальною системою. Використовуванність ресурсів (або ресурсна економічність) у стандартах відображається зайнятістю ресурсів центрального процесора, оперативної, зовнішньої та віртуальної пам'яті, каналів введення-виведення, терміналів і каналів зв'язку. З іншої сторони, очевидно, що онтологія займає найменший об'єм пам'яті, якщо в ній немає жодного поняття. Тому цей критерій необхідно скомбінувати з іншим критерієм, а саме з функціональною придатністю ІСППР. Отримуємо задачу - оптимальної кількості понять онтології. Практичність - важко формалізоване поняття, яке визначає функціональну придатність і корисність застосування ІСППР для певних користувачів. Така придатність повинна базуватись на цілісності онтології, тобто відсутності в її тілі взаємозаперечувальних тверджень та дублювання. Після визначення цих характеристик, наступним етапом роботи буде побудова метрик для оцінювання якості онтологій БЗ ІСППР.

Література. **1.** Hartmann J. Methods for ontology evaluation. Knowledge Web Deliverable, 2005, http://www.starlab.vub.ac.be/research/projects/knowledgeweb/KWeb-Del-1.2.3-Revised-v1.3.1.pdf **2.** Brank J., Grobelnik M., Mladenic D. A survey of ontology evaluation techniques. In In Proceedings of the Conference on Data Mining and Data Warehouses (SiKDD 2005), Ljubljana, Slovenia, 2005, http://kt.ijs.si/dunja/sikdd2005/Papers/BrankEvaluationSiKDD2005.pdf **3.** Maedche A., Staab S. Measuring similarity between ontologies. Proc. CIKM 2002. LNAI vol. 2473. **4.** Brewster C. et al. Data driven ontology evaluation. Proceedings of Int. Conf. on Language Resources and Evaluation, Lisbon, 2004. **5.** ISO/IEC 9126: Information technology - Software product evaluation - Quality characteristics and guidelines for their use. - 1991. - 39 p. **6.** Литвин В.В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень / В.В.Литвин. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. - 240 с.

Лысенко А.С., Синельникова О.И.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Метод построения стратегии управления развитием футбольного клуба в условиях конкурентного рынка

В различных отраслях экономики, когда речь заходит об инвестициях, одновременно возникает вопрос рационализации процесса управления капиталовложениями. Не обходит это и такую отрасль, как управление футбольными клубами. В связи с этим актуальной является разработка стратегии управления развитием футбольного клуба, которая сможет обеспечить грамотный менеджмент.

В рамках предлагаемого метода процесс построения стратегии управления футбольным клубом включает в себя три этапа. На первом этапе решается задача распределения финансовых средств клуба. При распределении средств учитываются следующее: зарплата игроков, тренеров и обслуживающего персонала; взносы в различные футбольные организации; обслуживание стадиона, тренировочной базы и детской школы, а также затраты, направленные на популяризацию футбольного клуба (реклама, выпуск телевизионных передач и тд).

На втором этапе происходит непосредственно подбор основного состава под схему, которая была выбрана главным тренером. Мы можем полагаться на игроков, имеющих контракт с данным футбольным клубом, а также мы можем рассчитывать на приобретение новых игроков, которые усилили бы основной состав команды, исходя из имеющихся в бюджете клуба средств. При необходимости продажи того или иного игрока, мы будем вынуждены искать ему замену либо из игроков имеющихся в команде, либо из игроков других клубов, которые доступны к приобретению (исходя из требований игрока, футбольного клуба, с которым у него заключен контракт, и бюджетных средств, необходимых для совершения трансфера).

На третьем этапе происходит выбор основного состава для игры с конкретным соперником, с учетом перечисленных далее факторов: травма или дисквалификация какого-либо игрока, уровень игры соперника (при встрече с заведомо слабым соперником имеет смысл дать долю игровой практики футболистам, которые не попадают в основной состав), необходимость отдыха определенных игроков основного состава перед более важным матчем, а также с учетом всевозможных лимитов и ограничений (к примеру, на легионеров).

Постановка задачи выбора игрока из доступных на трансферном рынке, предлагаемая на втором этапе, имеет вид [1]:

$$q = \{\ q \in J : e_q = \max_{i,j \in J} e_{i,j}\ (X,U)\}\ , \tag{1}$$

$$e_{i,j}(X,U) = M_w(C(U) - [\sum_{l=1}^{N} \tilde{c}_l + \tilde{c}_i] - \tilde{c}_{i_0} + [m_i(\omega) + \sum_{l=1}^{N} m_l(\omega)] + I(x_1, x_2, ..., x_N, x_{i,j}, i_0)), \tag{2}$$

где:

- q – номер игрока, которого приобретает клуб;
- N – текущее количество игроков в клубе;
- C – сумма инвестиций, вложенная в клуб (бюджет);
- $\tilde{c}_l$ – затраты на конкретного игрока(зарплата, премии, штрафы), состоящего в клубе;
- $\tilde{c}_i$ – затраты на покупку новых игроков;
- $m_i(\omega)$ – показатель мастесрства приобретенного игрока;
- $m_l(\omega)$ – показатель мастерства игрока;
- I – интегральная оценка мастерства команды;
- i_0 – номер игрока, которого убираем из команды.

В результате решения задач указанных этапов, получаем стратегию управления развитием футбольного клуба. Получаемая стратегия позволит повысить эффективность управления командой и рационализировать капиталовложения в футбольный клуб.

Литература. **1.** Н. Н. Писарук. Исследование операций. Минск : БГУ, 2013. 281 с

Льовкін В.М.
Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, Україна

Система підтримки прийняття рішень з управління інвестиціями

Представлено систему підтримки прийняття рішень, розроблену на основі запропонованих методів прийняття інвестиційних рішень в умовах невизначеності. Система підтримки прийняття рішень з управління інвестиціями дозволяє управляти як інвестиціями у фінансові активи (портфелі цінних паперів), так і у нефінансові (реальні інвестиції), організовуючи підтримку прийняття групових рішень експертами.

Прийняття рішень у процесі інвестування відбувається в умовах невизначеності та ризику, при цьому прийняття ефективних рішень призводить до збільшення прибутків, а неефективних – може призвести до отримання збитків. У сучасних умовах високоефективна методологія управління інвестиціями повинна дозволяти управляти інвестуванням як у фінансові, так і у нефінансові активи [1]. У даній роботі необхідно розв'язати завдання розроблення програмного комплексу управління інвестиціями, який повинен надавати можливість розподіляти інвестиційні ресурси між реальними та фінансовими інвестиціями, а також включати управління окремо двома даними типами інвестицій. Дане завдання було поставлено в цілому ряді попередніх робіт за даною проблемою, у тому числі [2].

Розподіл ресурсів між реальними та фінансовими інвестиціями відбувається на основі методу прийняття інвестиційних рішень в умовах невизначеності [3], який грунтується на оптимальному стохастичному керуванні зі скінченним горизонтом, виконуючи максимізацію прибутку від інвестування за умов мінімізації ризику неуспішності інвестування.

Управління інвестиціями в фінансові активи відбувається на основі розробленого методу управління ризиком неуспішності реального інвестування [4] за допомогою ансамблів нейронних мереж з кластеризацією даних та методу прогнозування відхилення фактичних результатів реального інвестування від запланованих [5] за допомогою каскадних нейронних мереж з використанням нейро-еволюційного підходу для їх налаштування.

Управління інвестиціями в фінансові активи відбувається на основі модифікованого методу управління інвестиційним портфелем на основі D-оцінок Руссмана [2], який дозволяє оптимізувати портфель цінних паперів на основі мінімізації важкості досягнення мети системою змінної структури, що визначає склад цінних паперів у портфелі, з можливістю постійного моніторингу поточного рівня ризику сформованого інвестиційного портфеля.

Розроблено систему підтримки прийняття рішень (СППР) з управління інвестиціями InvMan з використанням клієнт-серверної архітектури. СППР InvMan розроблено за допомогою середовища розробки програмного забезпечення Microsoft Visual C++ 2010 та пакету наукових програм Scilab 5.3.

Клієнтські додатки (рис. 1, 2) використовуються експертами в процесі прийняття групових рішень під час оцінювання визначеності реальних інвестицій, оцінювання альтернативних напрямків інвестування на основі нечіткого методу аналізу ієрархій, визначення запланованого результату інвестування в портфель цінних паперів. При цьому під час запуску відповідного додатку експерт обирає одну з доступних для нього проблем, в розв'язанні якої він візьме участь в першу чергу, якщо лідером експертної групи для нього не визначено невідкладне завдання.

Серверний додаток (рис. 3, 4) проводить аналіз пропозицій окремих експертів, координує їх діяльність з метою вироблення єдиного рішення, аналізує наявні дані про цінні папери на фондовому ринку, реальні інвестиції і виконує прогнозування майбутніх характеристик ринку, формування інвестиційного портфеля, прогнозування результатів інвестування в проекти, розподіл інвестиційних ресірсів між реальними та фінансовими інвестиціями під управлінням лідера експертної групи.

У результаті розв'язання завдання розробки програмного комплексу управління інвестиціями, посталеного в цілому ряді попередніх робіт за даною тематикою, розроблено систему

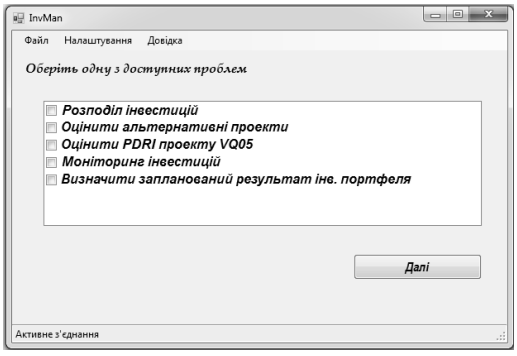


Рис. 1. Робота з клієнтським додатком СППР InvMan: доступні проблеми для розв'язання експертом

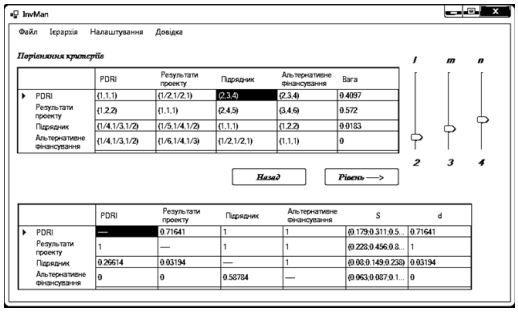


Рис. 2. Порівняння критеріїв оцінювання реальних інвестицій

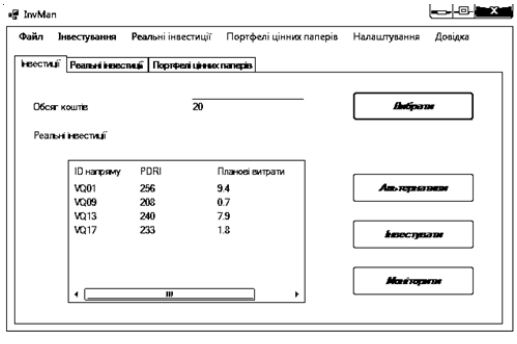


Рис. 3. Розподіл інвестицій за допомогою серверного додатку

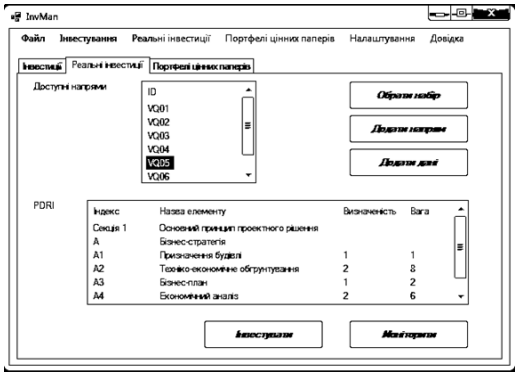


Рис. 4. Підтримка прийняття групових рішень з управління реальними інвестиціями

підтримки прийняття рішень з управління інвестиціями, яка надає програмну реалізацію розроблених методів прийняття інвестиційних рішень. Систему підтримки прийняття рішень розроблено на основі клієнт-серверної архітектури для управління інвестиціями в фінансові та нефінансові активи та підтримки прийняття рішень групою експертів під час даного процесу.

Література. **1.** Шарп, У. Инвестиции : пер. с англ. [Текст] / У. Шарп, Г. Александер, Дж. Бэйли. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 1028 с. **2.** Льовкін, В. М. Формування інвестиційного портфеля в умовах нестабільного фондового ринку [Текст] / В. М. Льовкін, В. І. Дубровін // Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології. – 2011. – № 51. – С. 145–149. **3.** Льовкін, В. М. Прийняття інвестиційних рішень в умовах невизначеності [Текст] / В. М. Льовкін, В. І. Дубровін // Системи обробки інформації. – 2012. – № 2 (100). – С. 264–270. **4.** Дубровін, В.І. Метод прогнозування ризику неуспішності проектів на стадії передпроектного планування [Текст] / В.І. Дубровін, В.М. Льовкін // Праці Одеського політехнічного університету. – 2011. – №1 (35). – С. 106-111. **5.** Льовкін, В.М. Прогнозування фактичних результатів проекту на стадії перед-проектного планування [Текст] / В.М. Льовкін, В.І. Дубровін, В.Ф. Оніщенко // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2011. – №1 (24). – С. 44-51.

Лях А.Ю. *— рецензент Финогенов А.Д.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Формирование перечня маршрутов для социального веб-сервиса

В данный момент в сети Интернет можно найти большое количество популярных сайтов, которые по уже имеющейся статистике или на основании общей статистики пользователей, формируют предлагаемый для покупки перечень (например, музыкальных произведений, фильма для просмотра и т.д.) [1].

В данном случае предлагается организация социального веб-сервиса, который формирует перечень маршрутов с посещением определенных мест (театры, кино, рестораны и т.д.). Исходной информацией для данного сервиса будут являться интервал времени, для которого необходимо сформировать маршрут, стартовое местоположение (для определения времени перемещения) и предельная затрачиваемая сумма. Также предполагается начальное анкетирование пользователя для отнесения его к одной из выделенных групп, либо поиск маршрутов в соответствии с указанными тегами.

Маршрут представляет собой последовательность мест с учетом времени перемещения между ними. Перечень мест в маршруте зависит от времени работы заведений или времени события (например, сеанса), суммы посещения, длины маршрута и пожеланий (накопленной статистики) пользователя (рис. 1).

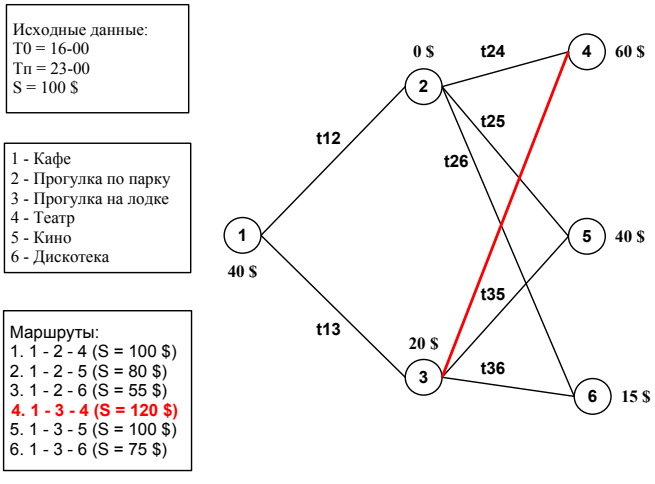


Рис. 1. – Пример маршрутов

В соответствии с накопленной статистикой рейтинг маршрутов может изменяться.

Одной из главных проблем работы сервиса является обработка результатов (обратной связи) оценок предложенных маршрутов, внесенных пользователем. При этом изменение может происходить как в весовых коэффициентах предпочтения указанному маршруту (или перечню мест), так и в отнесении пользователя к определенной группе (кластеризация пользователей по предпочтениям). Для выбора и коррекции весовых коэффициентов предполагается использование метода анализа иерархий [2] и методы кластеризации [3].

Литература. **1.** Сетевой каталог музыки. — Режим доступа: www.lastfm.ru **2.** Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М. : Радио и связь, 1993. – 278 с. **3.** Обзор алгоритмов кластеризации числовых пространств данных. — Режим доступа: habrahabr.ru/post/101338

Мазурок Т.Л.
Южноукраинский национальный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, Одесса, Украина

Интеллектуальные средства принятия решений в автоматизированной системе управления обучением

Одной из важнейших предпосылок повышения качества образования является усовершенствование систем автоматизированного управления процессом обучения, с помощью которых возможен учёт постоянно возрастающих дидактических требований, направленных на индивидуализацию содержания и средств формирования компетенций обучаемых. Особую актуальность приобретают средства автоматизированного управления индивидуализированным обучением в условиях современных мировых тенденций к интеграции, мобильности человеческих ресурсов, созданию условий для обучения на протяжении всей жизни.

Не смотря на интенсивное внедрение средств информационно-коммуникационных технологий в обучение, дальнейший рост повышения эффективности процесса обучения определяется степенью управляемости педагогической системой. Однако, известные направления компьютеризации образования основываются преимущественно на информационном подходе, при этом оставляя по сути "ручной" метод управления, что не позволяет в полной мере индивидуализировать данный процесс.

В результате анализа основных тенденций развития методологии создания организационно-технических систем, к которым относятся современные педагогические системы, а также учитывая особенности объекта управляющих воздействий - обучаемого, в качестве средства системного анализа выбран синергетический подход. На его основе предложена синергетическая модель автоматизированного обучения для формирования детерминантов управления, которые обеспечивают асимптотическое приближение на каждой фазе обучения к соответствующим аттракторам каждого обучаемого [1].

Индивидуализация настройки всей управляющей системы достигается за счёт структурно-параметрической адаптации многоуровневой вложенной системы автоматизированного управления обучением. Выполненная декомпозиция общей структурно-функциональной схемы управления позволила разработать подчинённые схемы управления обучением, автоматизация управления которыми основана на выполнении каскада информационных преобразований. Исследованы и классифицированы основные параметрические преобразования, осуществляющие реализацию предложенной структурно-функциональной схемы. Среди основных методов преобразований определены вероятностные, нечёткие, нейросетевые, эволюционные и различные формы их гибридизации. Сформированы модели и их содержательное наполнение о необходимости параметрических преобразований. Предложено структурно-параметрическое описание основных блоков схемы управления: модель монопредметной учебной дисциплины в виде нечёткого орграфа, который содержит учебные блоки, построенные по правилам нечётких продукций на основе композиции вершин - учебных элементов. Исследована суть дидактически обусловленной деятельности преподавателя по организации и планированию межпредметных связей. Предложена структурная модель для отображения межпредметных связей между попарно рассматриваемыми учебными дисциплинами и особенности их параметрического наполнения. Обобщённая структура межпредметных связей представлена в виде нечёткого двудольного орграфа, анализ которого направлен на определение показателя "перекрытия" соответствующих учебных дисциплин - коэффициента интеграции содержания. В качестве модели для определения показателя интеграции предложена структура нейро-нечёткой сети.

Особенностью принятия управляющих решений в процессе компетентностного обучения является необходимость учёта влияния межпредметных связей на систему формирования компетенций. На основе исследования структурной модели формирования компетенций, предложен метод её параметрического наполнения на основе кластеризации векторов интеграции. К особенностям кластеризации можно отнести распределение объектов, при котором они (компетенции) могут входить в разные кластеры, а также отсутствие априорной информации

о количестве кластеров. Разработанный алгоритм объединяет возможности предварительного определения количества кластеров и их центров на основе "горной" кластеризации с особенностями нечёткой кластеризации.

Для реализации синергетического управления обучением синтезирована гибридная модель, с помощью которой выполняются основные интеллектуальные преобразования. Гибридизация средств интеллектуальной поддержки принятия решений по поводу очередного управляющего воздействия состоит в объединении систем различного типа функционирования - нечёткого логического вывода, эволюционной оптимизации, нейросетевой кластеризации, которые объединены единой целью. Гибридная модель состоит из нейросетевой синергетической модели управления, нейро-нечёткой модели определения вида дидактической системы, нейросетевой системы межпредметных связей, процедуры реализации модели формирования нечётких правил на основе реализации кластеризации, модели кластеризации гомогенных групп обучаемых, эволюционной модели оптимизации ресурсов (времени) обучения, иерархической системы нечёткого логического вывода для определения степени достижения диагностично заданной цели обучения.

Функционирование блока интеллектуальной поддержки принятия управляющих воздействий невозможно без взаимодействия с информационным обеспечением системы управления. Информационное обеспечение основывается на объединении знаний, данных, статистической и экспертной информации, методах их получения и обработки. Информационная модель (ИМ) автоматизированной системы управления обучением состоит из целого ряда моделей, среди которых - ИМ обучаемого, ИМ стратегии обучения и т.д. ИМ обучаемого, как объекта синергетического управления, содержит наряду с параметрами синергетической модели, шифр (ссылку) на индивидуальный граф обучения, шифр (ссылку) на базу данных истории обучения. Разработан алгоритм обновления текущего состояния обучаемого. Разработан алгоритм информационного определения индивидуальной цели обучения с использованием нейронной сети со слоем Кохонена. ИМ стратегии обучения содержит фиксацию запланированных и фактических значений времени, целей обучения, а также ссылки на контент соответствующих учебных элементов (для электронных форм обучения).

Все алгоритмические составляющие информационного обеспечения реализованы с помощью инструментов системы Matlab. Реализационные основы создания программного обеспечения позволили сформировать архитектуру программного комплекса с учётом особенностей гибкого формирования соответствующих средств для различных вариантов обучения на основе мультиагентного подхода. Разработана структура мультиагентной системы, которая включает модели агентов-тьюторов, агентов-учеников, агентов-преподавателей. Особенностью реализации является организация взаимодействия между агентами. За счёт оптимизации соотношения между централизованным и децентрализованным управлением достигается эффект самоорганизации индивидуализированного обучения в электронных средах. Предложена и разработана модель нейросетевого управления координацией взаимодействия агентов.

Для определения интегрального показателя эффективности автоматизированной системы управления обучением применён альтернативно-графовый подход [2], основу которого составляет AND-OR граф, задающий в иерархической системе взаимосвязи множества задач систем разных типов.

Литература. **1.** Мазурок Т.Л. Синергетическая модель индивидуализированного управления обучением / Т.Л. Мазурок // Математические машины и системы. - 2010. - №3. - С. 124-134. **2.** Яговкин Н.Г. Оценка качества автоматизированных систем управления / Н.Г. Яговкин // Вестн. Сам.гос.техн.ун-та. Сер. физ.-мат. науки, №43, СамГТУ, Самара, 2006, С. 198-199.

Малышевская Е.Н.
Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Анализ современных автоматизированных систем для обработки медицинских изображений

Оценивание состояния эпителия является основной задачей при определении диагноза рака шейки матки. Грамотная постановка диагноза требует высокой квалификации врача, которому приходится работать с большим количеством данных, что требует больших затрат времени, средств и повышает вероятность ошибочного диагноза. Поэтому возникла необходимость автоматизировать процесс, для избегания влияния человеческого фактора на результат заключения и понижения стоимости самой процедуры. В статье приведен анализ существующих автоматизированных систем для обработки медицинских изображений

В военных госпиталях США и Японии используется система PAPNET для классификации мазков при помощи нейронных сетей [1]. При создании использовался многослойный перцептрон. Система Papnet способна обнаружить 97% больных клеток. Кроме того, что значительно снижается усталостный фактор, в 5 - 10 раз уменьшается время, необходимое для проведения анализа. При этом фактор возникновения ошибок был снижен с 30-50% (при анализе "вручную") до 3%. Также существуют системы AutoPap и AutoCyte Prep system которые работает по тому же принципу.

Система ColpoCAD – проект Медицинского Колледжа Джорджии [2]. Система оценивает состояние эпителия по изображениям органа, используя многослойный перцептрон и нейронные сети с радиально базисной функцией.

Cervical Cell Sorter Based on BP Neural Network (Китай) – система классификации клеток шейки матки использующая алгоритм обратного распространения ошибки [3]. Извлекая 15 морфологических характеристик клеток эпителия шейки матки распознаются 4 типа патологических клеток характерных для состояний дисплазий. Работа находится на стадии разработки.

Подобная работа проводилась в Малазии [4]. Предложенная автоматизированная система диагностики состоит из двух частей: автоматическое выделение признаков и интеллектуальная диагностика. В автоматическом выделении признаков система автоматически извлекает четыре особенности клеток шейки матки. Далее извлеченные характеристики подаются как входы для иерархического гибридного многослойного перцептрона (H^2MLP) который используется для прогноза состояний эпителия, а именно, нормальный, легкая дисплазия и дисплазия тяжелой степени. При работе системы удалось достигнуть точности 97.50%.

В [5], предложена мультиклассовая система классификации для медицинских изображений. Исследователи сравнили два классификатора: метод главных компонент и метод опорных векторов (SVM) с RBF ядрами. Результаты исследований показали, что SVM с комбинированием признака среднего-уровня blob и признаков низкого уровня достигли наилучшей точности классификации. Используя 9000 изображений для тренировки из ImageCLEF05, предложенный метод достиг 88.9% распознаваний. Также, метод достиг 82% успеха в распознавании 1000 тестирующих изображений.

Литература. **1.** *Koss LG, Lin E, Schreiber K, et al.* Evaluation of the PAPNET cytologic screening system for quality control of cervical smears. // Am J Clin Pathol.– 1994.–101–P.220–229. **2.** *Lange H. and Ferris, Daron G.* Computer-Aided-Diagnosis (CAD) for colposcopy // SPIE Medical Imaging 2005.–N.67.–P.546–551. **3.** *Yaosheng Lu and Yuqi Han* Research of a Cervical Cell Sorter Based on BP Neural Network // Artificial Intelligence and Computational Intelligence.– 2009.–V.35, N.8.–P.147–153. **4.** *Mat-Isa NA, Mashor MY, and Othman NH.* An automated cervical pre-cancerous diagnostic system // Electronic Intelligent System (ELIS).–2008.– V.14, N.5.– P.288–294 **5.** *Bo Qiu, Chang Sheng Xu, and Qi Tian* An Automatic Classification System Applied in Medical Images // Multimedia and Expo, 2006 – IEEE International Conference. –2006.– V.6, N.5, P.1045–1048.

Мальчевський Ю.В. *— рецензент Зайченко Ю.П.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Використання методу опорних векторів в задачах класифікації текстів

За рахунок стрімкого зростання кількості інформації в мережі Інтернет, класифікація текстів стала одним із ключових методів для обробки та організації текстових даних. Методи класифікації текстів використовуються для категоризації новин, для пошуку інформації в мережі Інтернет. Оскільки створення власного класифікатора власноруч є досить складним, то вигідно створити класифікатор за допомогою навчання на основі готових прикладів.

Одним із ефективних методів при роботі з даними високої розмірності є метод опорних векторів (*Support Vector Machine* - ***SVM*** [1]). Основна ідея методу – переведення вихідних векторів у простір більш високої розмірності та пошук роздільної гіперплощини з максимальним проміжком у цьому просторі. Дві паралельні гіперплощини будуються по обидва боки гіперплощини, що розділяє класи. Роздільною гіперплощиною буде та, що максимізує відстань до двох паралельних гіперплощин. Алгоритм працює у припущенні, що чим більша різниця або відстань між цими паралельними гіперплощинами, тим меншою буде середня помилка класифікатора.

В даній роботі розглядається методика застосування методу опорних векторів для задач класифікації текстів. Оскільки текст представляє собою набір слів, то для навчання його потрібно перетворити в зручний формат. Для цього кожне унікальне слово представляється у вигляді кортежу <T,V>, де T - це саме слово, а V - його частота у тексті. Враховуючи ці особливості, задачі класифікації текстів мають наступні властивості:

1. **Велика розмірність вхідних даних** : навчання текстових класифікаторів використовує величезну кількість (більш ніж 10000) параметрів. Оскільки метод опорних векторів не має жорсткої прив'язки до розмірності простору параметрів, то він має можливість уникнути проблеми великої розмірності.
2. **Мала кількість незначущих параметрів** : основний підхід для зменшення розмірності вхідних даних – припустити, що більшість параметрів незначущі. Це дає можливість вибрати найбільш значущі параметри і роводити класифікацію по ним. Але в задачах класифікації текстів більшість параметрів значущі, що унеможливлює зменшення розмірності вхідного простору.
3. **Вектори даних дуже розсіяні** : кожен вхідний вектор має лише декілька ненульових параметрів. SVM має теоретичне і експериментальне обґрунтування [2] ефективного використання його в таких задачах.
4. **Більшість текстів можуть бути лінійно розділені на категорії** : більшість категорій є лінійно роздільними, а ідея SVM – знайти ці лінійні розділювач.

Ці властивості дають теоретичне обґрунтування того, що SVM може ефективно використовуватись в задачах класифікації текстів.

В роботі представлені результати застосування методу опорних векторів на прикладі категоризації новин та порівняння його з іншими методами класифікації текстів. В якості критерію оцінки якості класифікаторів були використані наступні метрики:

1. **Доля правильно класифікованих текстів**: Accuracy $= \frac{m}{M}$, де m - кількість правильно класифікованих документів, M - загальна кількість документів.
2. **Повнота**(recall): $r(u) = \frac{|u \cap v|}{|v|}$
3. **Точність**(precision): $p(u) = \frac{|u \cap v|}{|u|}$, де v - це множина документів, які належать класу, а u - множина документів, які класифікатор приписав класу.

Література. **1.** Support vector machine: http://en.wikipedia.org/wiki/Support_vector_machine. **2.** J. Kivinen, M. Warmuth, and P. Auer. The perceptron algorithm vs. winnow: Linear vs. logarithmic mistake bounds when few input variables are relevant. In Conference on Computational Learning Theory, 1995.

Мащенко Е.Н., Шевченко В.И.
Севастопольский национальный технический университет, Севастополь, Украина

Исследование процессов управления качеством ИТ-сервисов для бизнес-критических систем методами кластерного анализа

В условиях активного развития информационных технологий (ИТ), для организации надежной и эффективной работы ИТ-сервисов для бизнес-критических систем необходим мониторинг, анализ и адаптивное управление уровнем ключевых показателей эффективности (Key Performance Indicators - KPI), зафиксированных в соглашении об уровне обслуживания (Service Level Agreement -SLA: [1].

Объектом исследования являются информационные системы (ИС) оперативного уровня инфраструктуры бизнес-критической системы (БКС) с одинаковой структурой метаданных и сравнимыми значениями характеристик качества.

Цели исследования следующие: разработать методику динамического определения групп ИС, близких по уровню качества, для минимизации количества нарушений SLA и определить пороговые значения показателей KPI для заполнения базы знаний на этапе внедрения или ренижиниринга приложений бизнес-критической системы.

Применяеются следующие методы исследования: методики консолидации данных (ETL-процессы) [2]; кластерный анализ [3]; методы многопараметрической оптимизации. Показатели качества рассчитываются по методологии ITIL-3 (IT Infrastructure Library) [4].

На основе проведенных исследований разработаны модули системы поддержки принятия решений для сотрудников службы контроля качества ИТ-подразделений. Внедрение предложенной методики позволит компенсировать проблему неопределенности, возникающую на этапе наполнения базы знаний службы поддержки ИТ-сервисов.

В случае, если внедряется новое приложение, о параметрах качества работы которого отсутствует априорная информация, либо осуществляется реинжиниринг приложения, лицо, принимающее решение (ЛПР) может директивно ввести значения показателей качества, основываясь на экспертных оценках.При этом существует риск, что эти показатели будут существенно занижены или завышены.

Обе ситуации критичны с точки зрения поставщиков ИТ-сервисов, поскольку либо слабо критичное приложение будет отнесено в зону высокого риска, либо наоборот, приложения с высоким уровнем инцидентов окажется в нормальной зоне. Это приведет к неверной расстановки приоритетов на оказание ИТ-сервисов соответствующим приложениям, что в свою очередь, повышает риск создания коллизионной ситуации в бизнес-критических приложениях.

Предлагается следующая методика:

1. Эталонные значения показателей KPI выбираются ЛПР;
2. Классы критичности приложений определяются по трехпороговой схеме, в зависимости от класса служба сервисной поддержки формирует приоритеты на ИТ-обслуживание приложений;
3. При наличии достаточного объема апостериорной информации от служб мониторинга приложений и служб сервисной поддержки инициируется процедура динамической подстройки центров кластеров по критерию минимума среднего расстояния до центра.

Перспективным направлением является создание обучаемой системы адаптивного управления с применением GUI-роботов, позволяющей получать эффективные решения в области управления ИТ-сервисами по различным критериям SLA для бизнес-критических объектов.

Литература. **1.** Ян Ван Бон. ИТ Сервис-менеджмент, введение // Я.В. Бон, Г. Кеммерлинг, Д. Пондаман; под ред. М.Ю. Потоцкого (русская версия). – М: IT Expert, 2003. – 215 с. **2.** Паклин Н. Б., Орешков В. И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям (+CD). / Н.В. Паклин, В.И. Орешков.-С.-Пб.: Питер, 2010.- 704 с. **3.** Мандель И. Д. Кластерный анализ / И. Д. Мандель. — М.: Финансы и статистика, 1988 – 176 с. **4.** Брукс П. Метрики для управления ИТ-услугами: пер. с англ. / Питер Брукс. – М: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 283 с.

Мащенко С.О., Бовсунівський О.М.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Проблема вибору за нечіткою множиною відношень переваги

В доповіді розглядається задача раціонального вибору альтернативи за умов, коли ціль особи, яка приймає рішення (ОПР), задана нечіткою множиною чітких відношень перваги. Така модель узагальнює задачу прийняття рішень з ціллю ОПР, заданої звичайною (чіткою) множиною чітких відношень переваги. З одного боку, таке узагальнення дозволяє приймати рішення у випадку, коли неможливо побудувати функції корисності відношень переваги, які визначають ціль ОПР, а з іншого - дозволяє використовувати функцію належності нечіткої множини актуальних для ОПР відношень переваги як джерело додаткової інформації для вибору однієї конкретної альтернативи.

Припустимо, що ОПР може порівняти будь-яку пару альтернатив x, y з множини X за відношеннями неперваги: $R_i \subseteq X \times X$, $i \in N = \{1, 2, \ldots, n\}$. Ці відношення можна інтерпритувати як деякі критерії, за якими ОПР порівнює альтернативи з точки зору досягнення своєї цілі. Відношення переваги R_i, $i \in N$, розглядаються в досить широкому розумінні як нестрогий порядок.

Іноді ОПР, не може чітко вказати, які відношення переваги R_i, $i \in N$, характеризують його ціль, але може задати деяку нечітку підмножину $\tilde{N} \subseteq N$ цих відношень. Позначимо $\eta : N \to [0, 1]$ функцію належності нечіткої множини $\tilde{N}$ відношень переваги, які характериузють ціль ОПР. В доповіді розглядаються два способи агрегації критеріальних відношень переваги R_i, $i \in N$, в агреговане відеошення переваги R: агрегація об'єднанням критеріальних відношень переваги $\tilde{R} = \bigcup_{i \in \tilde{N}} R_i$ і агрегація їх перетином $\tilde{Q} = \bigcap_{i \in \tilde{N}} R_i$. Варто відзначити, що відношення $\tilde{R} = \bigcup_{i \in \tilde{N}} R_i$ являє собою об'єднання нечіткої множини $\tilde{N}$ чітких відношень R_i [1] і є нечітким відношенням типу 2 (тобто значення функції належності цього відношення утворюють нечіткі множини) Аналогічно відношення $\tilde{Q} = \bigcap_{i \in \tilde{N}} R_i$ являє собою перетин нечіткої множини $\tilde{N}$ чітких відношень R_i [1] і також є нечітким відношенням типу 2.

В доповіді розглядаються поняття об'єднання $\tilde{R} = \bigcup_{i \in \tilde{N}} R_i$ та перетину $\tilde{Q} = \bigcap_{i \in \tilde{N}} R_i$ нечіткої множини чітких відношень і формалізуються нечіткі відношення, з функціями належності відповідно $r(x, y, z)$ та $q(x, y, z)$, $x, y, \in X$, $z \in \{0, 1\}$, які виконують роль "нечітких функцій належності" цих нечітких відношень типу 2. Значення $r(x, y, 1)$ та $q(x, y, 1)$ можна розуміти як ступені належності пари $(x, y) \in X \times X$ відношенню $\tilde{R}$ та відношенню $\tilde{Q}$ відповідно. Аналогічно значення $r(x, y, 0)$ та $q(x, y, 0)$ виступають у якості ступенів неналежності пари $(x, y) \in X \times X$ відношенню $\tilde{R}$ та $\tilde{Q}$ відповідно. Показано, що ці функції належності можуть бути представлені у вигляді:

$$r(x,y,0) = \begin{cases} \max\limits_{j \in N} \eta(j), & r_i(x,y) = 0, \forall i \in \arg\max\limits_{j \in N} \eta(j), \\ 0, & \exists i \in \arg\max\limits_{j \in N} \eta(j) : r_i(x,y) = 1, \end{cases}$$

$$r(x,y,1) = \begin{cases} \max\limits_{r_j(x,y)=1} \eta(j), & \exists j \in N : r_j(x,y) = 1, \\ 0, & r_j(x,y) = 0, \forall j \in N, \end{cases}$$

$$q(x,y,0) = \begin{cases} \max\limits_{r_j(x,y)=0} \eta(j), & \exists j \in N : r_j(x,y) = 0, \\ 0, & r_j(x,y) = 1, \forall j \in N, \end{cases}$$

$$q(x,y,1) = \begin{cases} \max\limits_{j \in N} \eta(j), & r_i(x,y) = 1, \forall i \in \arg\max\limits_{j \in N} \eta(j), \\ 0, & \exists i \in \arg\max\limits_{j \in N} \eta(j) : r_i(x,y) = 0, \end{cases}$$

де $r_j : X \times X \to \{0, 1\}$ — характеристична функція відношенння R_j (тобто, $xR_jy \Leftrightarrow r_j(x, y) = 1$, $x\overline{R_j}y \Leftrightarrow r_j(x, y) = 0$), $j \in N$.

У випадку, коли ціль ОПР задана об'єднанням критеріальних відношень переваги $\tilde{R}\bigcup_{i\in\tilde{N}} R_i$, показано, що загальним розв'язком задачі можна вважати нечітку множину (типу 1) альтернатив, недомінованих за відношенням $\tilde{S} = \tilde{R} \setminus \overline{\tilde{R}^{-1}}$ типу 2, з функцією належності $\mu(x) = \min\limits_{y\in X} r(x,y,1)$ (позначимо як FWE і назвемо нечіткою множиною слабо ефективних альтернатив). Досліджені властивості цієї множини.

Оскільки ОПР, зазвичай, цікавить вибір однієї конкретної альтернативи, то йому варто обирати альтернативу x^* з максимальним ступенем належності $\mu(x)$, тобто $x^* \in \arg\max\limits_{x\in X}\mu(x) = \arg\max\limits_{x\in X}\min\limits_{y\in X} r(x,y,1)$. Така альтернатива називається максимізуючою нечіткою слабо ефективною альтернативою і для задачі раціонального вибору альтернатив з нечіткою скінченною множиною відношень переваги за умови $\mu(x^*) > 0$ може бути знайдена як розв'язок наступної задачі математичного програмування:

$$\mu(x^*) = \max_{x\in X}\min_{y\in X}\max_{j\in N}\left\{\eta(j)|\sum_{j\in N} r_j(x,y) \geqslant 1\right\}.$$

У випадку, коли ціль ОПР задана у вигляді перетину критеріальних відношень переваги $\tilde{Q}\bigcap_{i\in\tilde{N}} R_i$, показано, що загальним розв'язком задачі можна вважати нечітку множину (типу 1) альтернатив, недомінованих за відношенням $\tilde{T} = \tilde{Q} \setminus \tilde{Q}^{-1} = \tilde{Q}\bigcap(\overline{\bigcap\limits_{i\in\tilde{N}} R_i^{-1}})$ $= (\bigcap\limits_{i\in\tilde{N}} R_i)\bigcap(\bigcup\limits_{i\in\tilde{N}}\overline{R}_i^{-1})$ типу 2, з функцією належності $\xi(x) = \min\limits_{y\in X} t(y,x,0)$ (позначимо як FPE і назвемо нечіткою множиною сильно ефективних альтернатив).

Показано, що множина нечітких слабо ефективних альтернатив включає в себе множину нечітких сильно ефективних альтернатив.

Оскільки ОПР, як правило, цікавить вибір однієї конкретної альтернативи, то йому варто обирати альтернативу x^* з максимальним ступенем належності $\xi(x)$, тобто $x^* \in \arg\max\limits_{x\in X}\xi(x) = \arg\max\limits_{x\in X}\min\limits_{y\in X} t(y,x,0)$. Така альтернатива називається максимізуючою нечіткою сильно ефективною альтернативою і для задачі раціонального вибору альтернатив з нечіткою скінченною множиною відношень переваги за умови $\xi(x^*) > 0$ може бути знайдена як розв'язок наступної задачі:

$$\xi(x^*) = \max_{x\in X}\min_{y\in X}\max_{j\in N}\left\{\eta(j)|\sum_{j\in N} r_j(y,x) \leqslant n-1\right\}.$$

В доповіді також розглянуто застосування даного підходу до інших задач прийняття рішень: багатокритеріальна оптимізація з нечіткою множиною критеріїв [2], в умовах невизначеності з нечіткою множиною станів природи [3], математичного програмування з нечіткою множиною індексів критеріїв [4], досягнення нечіткої множини нечітко заданих цілей [5].

Література. **1.** Мащенко С.О. Операции пересечения и обьединения нечеткого множества нечетких множеств // Искусственный интеллект.—2012.—Вып.2.—с.111—122. **2.** Мащенко С.О., Бовсунівський О.М. Задача багатокритеріальної оптимізації з нечіткою множиною критеріїв // Вісник Київського університету. Серія: Фіз.-Мат науки.— 2012.—Вип.1.—с.193—198. **3.** Mashchenko S. Generalization Germeyer's criterion in the decision making problem in conditions of uncertainty with the fuzzy set of nature states // Journal of Automation and Information Sciences.—2012.—N.5.—p.102—110. **4.** Мащенко С.О. Задача математического программирования с нечетким множеством индексов критериев // Кибернетика и системный анализа.—2013.—Вып.49.— с.62—70. **5.** Mashchenko S., Bovsunivskyi O. Decision making problem with fuzzy set of goal sets // International Journal "Information Theories and Applications".—2012.—V.19—N.3.—p.249-257.

Николаев С.С., Тимошенко Ю.А.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Прогнозирование потребления электроэнергии с помощью нейронных сетей

В связи с ростом нагрузки на энергетические системы и изношенностью инфраструктуры самих сетей энергопотребления в Европе и США, перед современными инженерами и проектировщиками стоит задача оптимального управления и распределения нагрузки между потребителями. В частности, создание концепции Smart Grid преследовало повышение надежности электроснабжения и безотказности работы системы, повышение энергетической эффективности, сохранение окружающей среды [1, 2]. Данная концепция позволяет по-новому подходить к построению электрических сетей, переходя от жесткой структуры «генерация — сети — потребитель» к более гибкой, в которой каждый узел сети может являться активным элементом. При этом интеллектуальная энергосеть в автоматическом режиме производит переконфигурацию при изменении условий, планирует распределение нагрузки, и прогнозирует количество потребляемой энергии.

С этой целью в данной работе рассматривается структура и описывается выбор параметров нейронной сети для составления прогнозов потребления электричества. В качестве метода для прогнозирования были выбраны искусственные нейронные сети.

Построение прогнозирующей модели состояло из двух этапов:

1. Построение модели для заполнения неизвестных погодных данных (отсутствующих наблюдений температуры воздуха с заданных температурных станций).
2. Построение сети для непосредственного прогноза объема потребляемой электроэнергии.

На рисунке 1 показан график исходных данных потребления электроэнергии заданным регионом в течении года. По оси абсцисс отложено время суток (в часах), по оси ординат – дни. По оси аппликат отложена нагрузка в киловаттах.

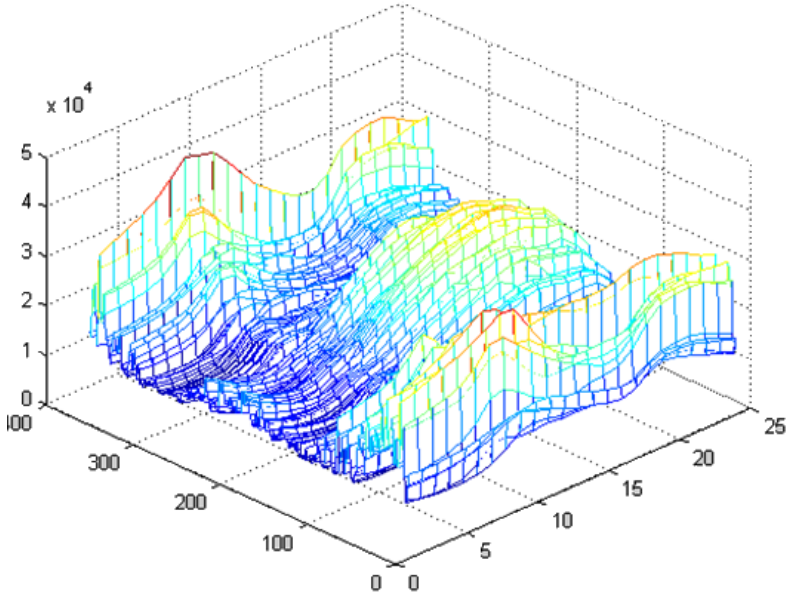


Рис. 1. График потребления электроэнергии одним из регионов.

В работе рассматривается нейронная сеть с одним скрытым слоем с сигмоидальной функцией активации, которая, как известно, из теоремы Колмогорова, является универсальным аппроксиматором.

Описан алгоритм обучения, входные и выходные данные. Проведён анализ зависимости точности прогноза от выбора входящих признаков. При этом выборка делилась на три части: обучающую (70%), тестировочную (15%) и валидационную (15%). Все входящие сигналы независимо нормировались в диапазоне от [-1, 1], что бы избежать разного влияния разброса разнотипных данных.

Сеть обучалась градиентным спуском по критерию минимизации среднеквадратической ошибки (MSE) – алгоритмом обратного распространения ошибки в среде Matlab.

Для избегания переобучения использовался критерий раннего останова – как только ошибка на валидационной выборке достигала минимума – обучение прекращалось.

Таким образом, в работе показано, что нейронные сети с малым количеством скрытых нейронов дают модели приемлемого качества и при этом данные модели корректно составляют прогнозы на длительные промежутки времени. На рисунке 2 показаны результаты прогноза модели.

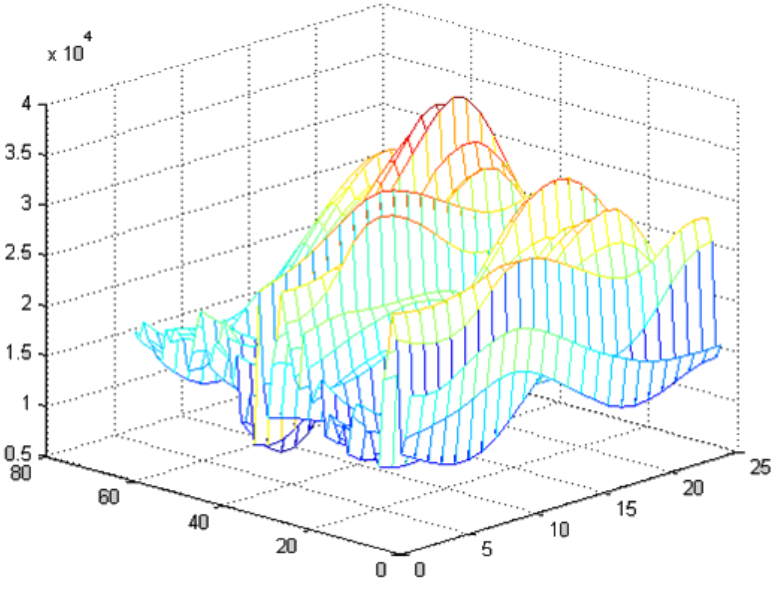


Рис. 2. График спрогнозированного объёма потреблённой электроэнергии.

Введение двойного кодирования блока временных переменных в виде косинуса и синуса уменьшило среднюю ошибку прогнозирования на 4%. Оптимальное количество нейронов скрытого слоя было определено равным 7, но при этом сети даже с 3-мя нейронами давали положительный результат с низким значением ошибки. Анализ полученных данных моделирования показал, что использование усреднённых значений температур за прогнозируемый период привели к ухудшению результатов прогноза в среднем не более чем на 5%, по сравнению с прогнозом, полученным при подстановке действительных значений температур.

Литература. **1.** S. Galli, A. Scaglione, Z. Wang For the Grid and Through the Grid: The Role of Power Line Communications in the Smart Grid [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://arxiv.org/abs/1010.1973. **2.** Z. Fan, P. Kulkarni, S. Gormus Smart Grid Communications: Overview of Research Challenges, Solutions, and Standardization Activities [Электронный ресурс] - Режим доступа:http://arxiv.org/abs/1112.3516.

Олефір О.С., Чернявський А.С.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФПМ, Київ, Україна

Аналіз автокореляційної та часткової автокореляційної функцій ряду для ідентифікації АРПКС-процесу

Моделі сімейства АРПКС-процесів Бокса-Дженкінса (авторегресії-проінтегрованого ковзаючого середнього) на практиці довели свою гнучкість та потужність, але процес вибору конкретної моделі та підбору її оптимальних параметрів є досить нетривіальним. Через це задовільні результати прогнозування безпосередньо залежать від кваліфікації користувача.

Складові процесу АРПКС. АРПКС-моделі мають три параметри: p, d і q, — вони визначають, у якій комбінації будуть поєднані наступні компоненти [1]:

- процес авторегресії порядку p, який володіє пам'яттю про свій минулий стан;
- процес ковзаючого середнього з запізненням q, що має обмежену пам'ять;
- чистий інтегрований процес, різниці порядку d котрого є стаціонарним процесом, — пам'ятає, де він знаходився, а потім рухається випадково.

Звичайна та часткова автокореляції. Кожне значення *автокореляційної функції* (АКФ), або коефіцієнт автокореляції, оцінює кореляційну залежність порядку k між i-м та $(i-k)$-м елементом; k називають лагом або запізнюванням [2,3].

Автокореляції послідовних лагів формально залежні між собою, а отже періодична залежність може істотно змінитися після взяття першої різниці ряду.

Цього недоліку позбавлена *часткова автокореляційна функція* (ЧАКФ) за рахунок того, що в ній усувається залежність між проміжними спостереженнями всередині лага. Іншими словами, часткова автокореляція на даному лазі аналогічна звичайній автокореляції, за винятком того, що при обчисленні з неї видаляється вплив автокореляцій із меншими лагами. Для лагу 1, коли немає проміжних елементів усередині лага, очевидно, часткова та звичайна автокореляції співпадають.

Загальні принципи. Визначення характеру АКФ і ЧАКФ дозволяє підібрати оптимальні параметри АРПКС-моделі [3].

- Одна з вимог до випадкових АРПКС-процесів, які моделюються, — *стаціонарність*, тобто сталість його ймовірнісних характеристик. Нестаціонарні ряди мають АКФ з високими значеннями на перших щонайменше 5–6 лагах — у такому випадку треба брати різницю ряду, доки не отримаємо стаціонарний процес, а вже потім проводити його ідентифікацію. Кількість разів взяття різниці визначає параметр d моделі АРПКС(p, d, q).
- Процеси авторегресії мають АКФ, яка експоненційно спадає, та ЧАКФ, що має високі значення для декількох перших лагів (їх кількість визначає параметр p), а на всіх інших не є статистично значимою.
- Процеси ковзаючого середнього навпаки мають дуже сильні автокореляції лише на кількох перших лагах (їх кількість визначає q) та експоненційно спадаючу ЧАКФ.
- Комбіновані процеси авторегресії-ковзаючого середнього мають АКФ та ЧАКФ, які обидві експоненційно спадають, — отже обидва параметри p і q будуть ненульовими.

При цьому не враховуються ані знак АКФ або ЧАКФ, ані швидкість, з якою їх значення експоненційно спадають.

Більшість часових рядів, що зустрічаються на практиці, можна з достатньою точністю апроксимувати однією з п'яти основних АРПКС-моделей, для яких $p+d+q<3$ [2].

Література. **1.** Е. Ф. Сігел. Практична бізнес-статистика, 4-те вид. — М.: Вільямс, 2002. — С. 771–787. — ISBN 5-8459-0306-8. **2.** Тюрін Ю. М., Макаров О. О. Аналіз даних на комп'ютері, 3-тє вид., доп. — М.: Інфра-М, 2003. — С. 427–444. — ISBN 5-16-001316-4. **3.** Дж. Бокс, Г. М. Дженкінс. Аналіз часових рядів. Прогнозування та керування. — М.: Мир, 1974. — 608 с. — ISBN 0-8162-1104-3.

Омельянчик Д.А.
Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України, Київ, Україна

Моделювання процесу навчання фірм в агентно-орієнтованій моделі функціонування економіки

Агентно-орієнтоване моделювання - це відносно новий підхід до моделювання економічних процесів, який виник на перетині поведінкової економіки, імітаційного моделювання, штучного інтелекту і теорії мереж та запозичує ідеї з фізики, когнітивної психології, біології та інших природничих і соціальних наук. Основною перевагою агентно-орієнтованих моделей є присутність активних агентів, що володіють елементами індивідуальної поведінки, в тому числі здатністю до навчання та самоорганізації.

Опис моделі. Розглянемо базову версію агентно-орієнтованої моделі, що спрямована на відтворення основних механізмів функціонування економіки. Вона складається з двох типів агентів: фірм-виробників та домогосподарств. Взаємодія активних агентів відбувається не прямо, а за допомогою штучно створених сутностей - ринку праці та ринку товарів.

На кожній ітерації моделі виконується така послідовність дій:

- фірми приймають рішення щодо бажаної кількості працівників та обсягу пропонованої заробітної плати. Якщо кількість працівників фірми менша за бажану, то фірма виставляє на ринок праці відповідну вакансію;
- незайняті домогосподарства та домогосподарства, незадоволені своєю поточною платнею, переглядають вакансії і подають заявку на їх заповнення;
- фірми розглядають отримані заявки і обирають потрібну кількість працівників;
- домогосподарства отримують оновлені відомості про свою зайнятість;
- зайняті домогосподарства беруть участь у виробництві продукції і отримують зарплату;
- фірми виставляють на ринок товарів вироблену продукцію;
- домогосподарства приймають рішення про величину свого бюджету споживання і намагаються витратити його на купівлю товарів на ринку;
- фірми отримують результати продажів за поточний період.

Виробничий цикл фірми. Розглянемо період, в якому виробничі потужності фірми не зазнають суттєвих змін, тоді значимою для виробництва продукції є лише праця. Звідки діяльність фірми визначається виробничою функцією вигляду

$$Y = \alpha L, \tag{1}$$

де α - продуктивність праці, L - чисельність працівників.

Тоді прибуток фірми π задається як

$$\pi = \alpha p L - wL, \tag{2}$$

де p - ціна товару, w - встановлена заробітна плата.

Мінімально припустима ціна на продукцію визначається за формулою з [1]

$$p = \frac{w}{\alpha\left(1 + \frac{1}{\varepsilon}\right)}, \tag{3}$$

де ε - еластичність попиту на продукцію фірми.

Отже, в кожному періоді фірма-виробник повинна прийняти рішення щодо бажаної кількості працівників, величини заробітної плати та ціни на продукцію. За результатами діяльності на ринку товарів та праці фірма отримує реакцію зовнішнього середовища на вибрані у попередньому циклі параметри – кількість найнятих працівників та обсяг продажів - та оновлює відповідні значення параметрів. Таким чином, фірма *навчається*, тобто намагається досягнути своїх цілей, співставляючи керовані нею вхідні параметри (ціна, зарплатня тощо) із отриманим виходом (наприклад, обсягом продажів).

Далі опишемо різні способи навчання фірми, що використовувалися під час дослідження розробленої моделі, в тому числі алгоритм неусвідомленого навчання для двох параметрів,

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

алгоритм неусвідомленого навчання для трьох параметрів та алгоритм Q-навчання.

Неусвідомлене навчання. Основна ідея неусвідомленого навчання полягає в роботі з вектором $\vec{v}(t) = (v(a,t))_{a \in A}$, який кожній можливій дії a з множини дій A ставить у відповідність ймовірність її вибору $v(a,t)$. На початку роботи алгоритму, всі дії рівноймовірні. Далі, ймовірність вибраної та реалізованої агентом дії оновлюється за результатами її виконання. Таким чином, припускається, що індивіди не пам'ятають попередні дії та результати, проте минуле неявно міститься у векторі ймовірностей $\vec{v}(t)$ [2].

В рамках наведеної вище моделі аналізується робота двох версій алгоритму неусвідомленого навчання: для трьох (бажана кількість працівників, встановлена заробітна плата, ціна на продукцію) та двох (бажана кількість працівників і встановлена заробітна плата) параметрів керування. В останньому випадку, фірми-виробники визначають ціну на свою продукцію за формулою (3). Для кожного параметру допускається застосування таких дій: підвищити на певну величину, зменшити на певну величину, нічого не робити. Таким чином, для трьох параметрів керування відповідний вектор ймовірностей містить 27 компонент, а для двох параметрів - 9.

Q-навчання. Ключовою ідеєю алгоритму є визначення значень функції якості комбінації стандія $Q : S \times A \to R$, де S - множина станів середовища, A - множина дій агента. Перед початком навчання функція Q повертає фіксоване значення. Потім, кожного разу, коли агент отримує винагороду, для кожної комбінації стану $s \in S$ та дії $a \in A$ обчислюються нові значення функції. Ядро алгоритму - це просте оновлення значень функції якості за результатами роботи ітерації:

$$Q_t(s_t, a_t) = Q_t(s_t, a_t) + \alpha_t \times \left[R_{t+1} + \gamma \max_{a_{t+1}} Q(s_{t+1}, a_{t+1}) - Q(s_t, a_t) \right], \qquad (4)$$

де R_{t+1} - винагорода, отримана після виконання дії s_t в стані a_t, $\alpha_t(s_t, a_t)$ $(0 < \alpha \leqslant 1)$ - швидкість навчання, γ $(0 \leqslant \gamma < 1)$ - множник дисконтування.

Вважаючи, що стан фірми визначається співвідношенням між обсягом проданої та виробленої продукції і співвідношенням між бажаною та фактичною кількістю працівників, а можливі дії обмежуються зміною заробітної плати та бажаної кількості працівників, основні елементи алгоритму Q-навчання для розробленої моделі можна задати так:

- множина станів S містить шість станів (додатково виділяються два особливі стани для нульового обсягу продажів та/або нульової кількості фактичних працівників);
- множина дій A для кожного стану $s \in S$ містить дев'ять можливих дій;
- винагорода R визначається за формулою (2);
- ціна одиниці товару визначається за формулою (3).

Зауважимо, що в обох підходах фірми ігнорують присутність інших активних агентів-фірм. Рішення конкурентів сприймаються ними лише опосередковано, як частина сукупної реакції навколишнього середовища на їхні дії.

Висновки. Агентно-орієнтовані моделі відрізняються винятковою конструктивністю та гнучкістю. Фактично, вони дають змогу виявляти та досліджувати макрозалежності, що виникають з набору припущень на мікрорівні. Важливим елементом таких моделей є здатність агентів до навчання. В роботі наведено короткий опис розробленої моделі функціонування економіки і показано, як можна адаптувати деякі методи навчання для визначення правил діяльності фірм-виробників.

Література. **1.** Dawid H., Gemkow S., Harting P., Neugart M. On the effects of skill upgrading in the presence of spatial labor market frictions: An agent-based analysis of spatial policy design // J. of Artificial Societies and Social Simulation. – 2009. – N 12 (4): http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/4/5.html **2.** Tesfatsion L., Judd K.L. Handbook of computational economics, Vol. 2: Agent-Based Computational economics. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 904 p.

П'ятецький П.А. *— рецензент Селін О.М.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Побудова прогнозів часу виконання для задач із закриття операційного дня банку з використанням моделей АР, АРКС, АРІКС та АРУГ

Задачі із закриття операційного дня банку – це кілька сотень довготривалих та короткочасних задач із закриття/відкриття/пролонгації документів чи угод, обслуговування рахунків, нарахування відсотків чи штрафів клієнтам, виконання службових робіт з обслуговування банківської системи (як правило - АБС Б2), а також багато інших задач, які допомагають підтримувати робочий процес банку у належному стані. Зазвичай, цей комплекс задач запускається на виконання вночі, оскільки сумарний час їх роботи зазвичай сягає декількох годин.

Усі задачі із закриття операційного дня поділяються на три групи:

- закриття операційного дня;
- архівація оброблених даних;
- відкриття операційного дня.

Тривалість виконання кожної задачі залежить від багатьох факторів. Саме тому будується кореляційна матриця, яка виявляє взаємозв'язки між задачами та такими показниками, як: кількість відкритих угод, загальна кількість угод, кількість активних клієнтів банку, загальна кількість клієнтів банку, кількість відкритих документів, кількість проведених операцій за день, кількість системних помилок, що мають бути оброблені, тощо. Для кожної окремої задачі розглядаються лише ті показники, для яких буде виявлено достатньо високий рівень кореляції [1].

Зі зростанням банку вищеперераховані показники збільшуються, час виконання задач також зростає. Це може призвести до того, що сумарний час виконання буде більшим за максимально припустиме значення. В свою чергу це може призвести до того, що новий системний операційний день, який має розпочатися до відкриття усіх відділень банку, відкриється невчасно. Щоб уникнути подібних проблем, було розглянуто задачу побудови прогнозів часу виконання вищезгаданих задач. За результатами прогнозів можна аналізувати тренд та приймати завчасні рішення.

З метою розв'язку проблеми було створено програмний комплекс, який дозволяє вести історію виконання кожної задачі та будувати прогнози, що базуються на статистичних даних. Для того, щоб отримати максимально правдоподібні результати прогнозувань, було вирішено розділити процедури закриття операційного дня на чотири типи:

- закриття звичайного робочого дня;
- закриття останнього робочого дня тижня;
- закриття місяця;
- закриття року.

Далі для кожного типу будуються прогнози із використанням моделей АР, АРКС, АРІКС та АРУГ першого порядку, потім використовується значення, яке є арифметичним середнім отриманого результату [2].

Для реалізації вищеперерахованих задач були використані алгоритми, розроблені на кафедрі ММСА у сфері комп'ютерного проектування. Була проведена низка експериментів для перевірки працездатності програми.

Література. **1.** Бідюк П.І. Системний підхід до побудови математичних моделей на основі часових рядів / Бідюк П.І., Баклан І.В., Рифа В.М. // Системні дослідження та інформаційні технології, №3, 2002. – с. 114-131. **2.** Бідюк П.І.Часові ряди: моделювання та прогнозування / Бідюк П.І., Савенков О.І., Баклан І.В. – Київ: ЕКСМО, 2004. – 144с.

Письменний І.О. *— рецензент Фіногенов О.Д.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Кластеризація тегів соціального веб-сервісу

Розглядається задача кластеризації тегів користувачів експертної системи задля встановлення зв'язків між ними. Завдяки об'єднанню тегів у кластери експертна система зможе у відповідь на певний запит пропонувати користувачеві максимально релевантну інформацію, семантично пов'язану з запитом, яка зможе його зацікавити, а отже матиме більший шанс бути проданою.

На даний момент найзручнішим способом відокремлення певної інформації є використання тегів. Цей механізм дозволяє замінити назву об'єкту на його характеристики, завдяки чому для запиту користувачеві достатньо знати лише певні властивості або сферу застосування об'єкту пошуку.

Проте, такий підхід має і недоліки. Основний з них – різні люди описуватимуть один і той самий предмет різним набором тегів залежно від своїх соціальних параметрів, стилю мислення та безлічі інших факторів. Тому постає питання про об'єднання семантично-схожих комбінацій тегів в певні кластери та обчислення вагових коефіцієнтів зв'язків між ними, котрі вказуватимуть їх ступінь спорідненості. Також необхідно враховувати, що один і той самий тег може попасти в різні кластери (для прикладу тег "ягуар" повинен попасти в кластери "авто", "звірі" та "Африка"; тег "дизайн" може стосуватися як графічного, так і веб-дизайну)[2]

Дану задачу можна вирішити алгоритмами, побудованими на теорії графів. Нехай вершинами графу будуть теги. Якщо пара тегів зустрічається в одному запиті, то між ними проводиться ребро, вага якого буде рівною кількості парних зустрічей тегів в запитах. Серед існуючих алгоритмів поставленій задачі найбільш відповідають наступні:[1;4]

1. Кластеризація виділенням зв'язаних тегів: на вході задається мінімальна вага ребра, всі ребра меншої ваги видаляються, після чого залишаються найбільш зв'язані компоненти. Завдяки тому, що в одній вершині може перетинатися декілька ребер ми забезпечуємо можливість використання одного слова в різних контекстах. Сенс алгоритму заключається в пошуку оптимальної мінімальної ваги, яка забезпечить отимальне розбиття вихідного графу[1;2]

2. Пошарова кластеризація – відбувається виділення зв'язних компонент графа на певному рівні відстаней між вершинами. Формується послідовність підграфів вихідного графу, котра відображає ієрархічні зв'язки між кластерами, таким чином алгоритм пошарової кластеризації може забезпечувати як плаский, так і ієрархічний поділ на кластери[3]

3. Алгоритм мінімального дерева покриття – спочатку на графі відбувається побудова дерева мінімального покриття, далі відбувається процедура видалення ребер і розбиття на дрібніші[3]

Висновок. Так як розроблюваний сервіс передбачає постійне навантаження на оновлення та невизначеність кількості кластерів і створення нових, в поточній версії використовується алгоритм кластеризації зв'язаних тегів, котрий дозволяє оновлювати вагу окремо взятого зв'язку та виділення нових.

У подальшому планується оптимізація алгоритму оновлення графу тегів та структури бази даних для забезпечення максимально швидкого оновлення вагових характеристик зв'язків між тегами.

Література. **1.** S. White and P. Smyth. A spectral clustering approach to finding communities in graphs. In SIAM International Conference on Data Mining, 2005, **2.** Grigory Begelman, Automated Tag Clustering: Improving search and exploration in the tag space , **3.** Обзор алгоритмов кластеризации данных , http://habrahabr.ru/post/101338/, **4.** Fuzzy C-Means Clustering, http://home.dei.polimi.it/matteucc/Clustering/tutorial_html/cmeans.html.

Поворознюк А.И., Филатова А.Е.
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Синтез обобщенного решающего правила для структурной идентификации биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками

Большинство сигналов, полученных в результате функциональной диагностики состояния сердца и сердечно-сосудистой системы, относится к биомедицинским сигналам (БМС) с локально сосредоточенными признаками (ЛСП). Разработка эффективных методов структурной идентификации (СИ) БМС с ЛСП является актуальной задачей при проектировании интеллектуальных компьютерных кардиологических систем поддержки принятия решений. В [1] сделана общая постановка проблемы и предложена обобщенная схема структурной идентификации БМС с ЛСП на основе нелинейного фильтра (НФ). При этом функция обнаружения i-го канала нелинейного фильтра имеет следующий вид:

$$\tilde{y}_i[t] = \frac{1}{1 + \alpha_i \sum\limits_j (y_{ij}^э - y_{ij}^t)^2}, \tag{1}$$

где $\alpha_i > 0$ – коэффициент, отражающий чувствительность к изменениям структурных элементов (СЭ) одного класса за счет наложения помех и вариации параметров; $y_{ij}^э = f_{ij}(x_0[t], \vec{p})$, $y_{ij}^t = f_{ij}(x[t], \vec{p})$ – координаты эталона и текущего объекта соответственно; j – индекс координаты объекта; $f_{ij}(x[t], \vec{p})$ – функция преобразования сигнала $x[t]$ в пределах апертуры на основе модели полезного сигнала (МПС); $x_0[t]$ – эталон структурных элементов заданного класса; $\vec{p}$ – вектор параметров преобразования.

Для СИ по i-му каналу предложено частное решающее правило (ЧРПi):

$$\tilde{x}_i[t] = \begin{cases} x[t]\ \forall t \in [t_{oij}; t_{oij} + T_0], & \text{если } \tilde{y}_i[t_{oij}] > Pd_i; \\ x^0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases}$$

где Pd_i – пороговое значение ЧРПi; t_{oij} – точка локального максимума функции $\tilde{y}_i[t]$ такая, что $\tilde{y}_i[t_{oij}] \geqslant \tilde{y}_i[t]\ \forall t \in \dot{\mathbf{M}}(t_{0ij})$; $\tilde{y}_i[t]$ – функция обнаружения (1) i-го канала; $\dot{\mathbf{M}}(t_{0ij}) = \mathbf{M}(t_{0ij}) \setminus \{t_{0ij}\}$ – проколотая окрестность точки t_{0ij}; $\mathbf{M}(t_{0ij})$ – окрестность точки t_{0ij}; j – индекс локального максимума; $x^0 = const$ – константа, определяющая уровень сигнала, соответствующий отсутствию структурного элемента заданного типа на текущем фрагменте сигнала (например, уровень изолинии ЭКГ).

Исследования функций обнаружения $\tilde{y}_i[t]$ показали, что при использовании различных МПС и методов преобразования БМС с ЛСП в общем случае для j-го СЭ искомого вида $t_{0ij} \neq t_{0kj}$ при $j \neq k$. Введем для каждого канала вспомогательную функцию, которая принимает значение 1 на участках, соответствующих найденным СЭ, и 0 во всех остальных случаях:

$$z_i[t] = \begin{cases} 1, & \text{если } \tilde{x}_i[t] > x^0; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

В случае присутствия СЭ заданного класса на анализируемом отрезке сигнала большинство функций $z_i[t]$ будет принимать значения 1 для данного СЭ. Тогда для j-го СЭ по всем каналам НФ формируется множество начальных точек $\mathbf{L}_j$ по следующему мажоритарному правилу: $t_{oij} \in \mathbf{L}_j$ если $\exists t \in [t_{0ij}; t_{0ij} + T_0]$ такое, что $\frac{1}{n} \sum\limits_{i=1}^{n} z_i[t] \geqslant \frac{n+1}{2n}$, где n – число ЧРП.

Применение обобщенного решающего правила выполняется в два этапа. На первом этапе вычисляется вспомогательная функция $z[t]$:

$$z[t] = \begin{cases} 1, & \forall t \in [t'_{0j}; t''_{0j} + T_0]; \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \tag{2}$$

где $t'_{0j} = \min(t_{0ij} \in \mathbf{L}_j)$, $t''_{0j} = \max(t_{0ij} \in \mathbf{L}_j)$ – минимальное и максимальное значения множества индексов найденных СЭ $\mathbf{L}_j$ на j-м фрагменте сигнала.

Построение функции по (2) можно проиллюстрировать следующим образом. Пусть в КРП включены 3 ЧРП, т.е. $n = 3$. В случае обнаружения j-го структурного элемента суперпозиция функций $z_i[t]$ представлена на рис. 1. При этом $\mathbf{L}_j = \{t_{01j}, t_{02j}, t_{03j}\}$, $t'_{0j} = t_{02j}$ и $t''_{0j} = t_{03j}$.

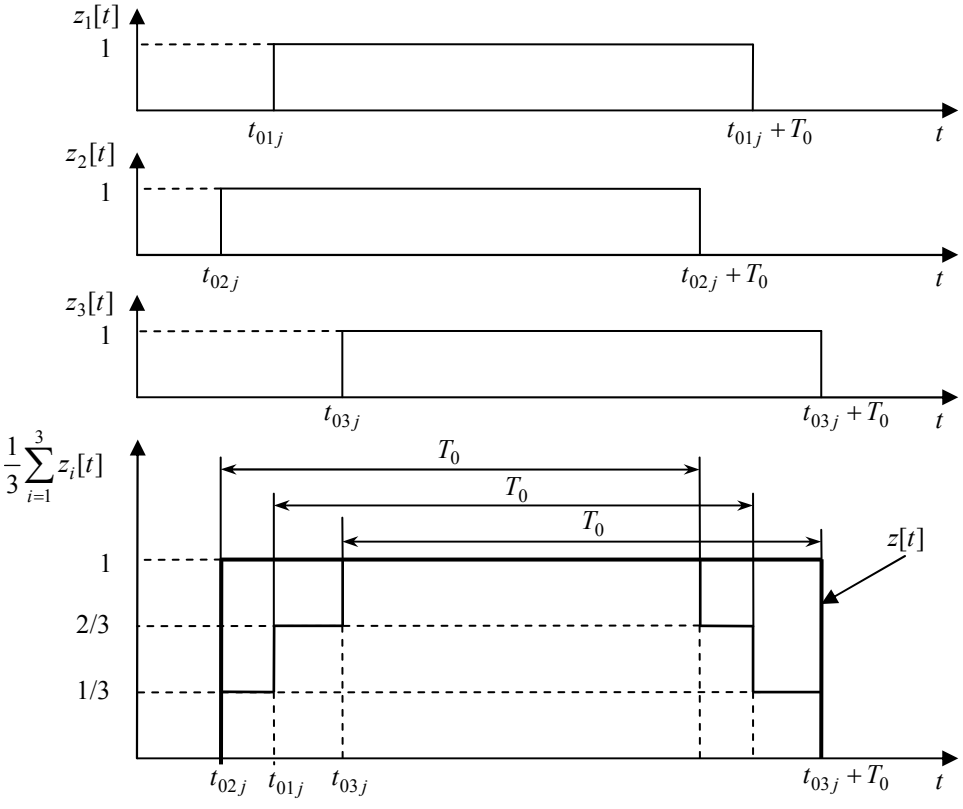


Рис. 1. Фрагменты функций $z_i[t]$ для j-го структурного элемента, суперпозиция функций $z_i[t]$ и получение функции $z[t]$

На втором этапе с помощью функции (2) вычисляется отклик НФ по следующему правилу:

$$\tilde{x}[t] = \begin{cases} x[t] \ \forall t \in [\bar{t}_{oij}; \bar{t}_{oij} + T_0], & \text{если } z[\bar{t}_{oij}] = 1; \\ x^0, & \text{если } z[\bar{t}_{oij}] = 0, \end{cases}$$

где $\bar{t}_{oij} = \sum\limits_{i \in \mathbf{L}_j} w_i t_{0ij}$ – усредненное положение j-го СЭ заданного типа; $\mathbf{L}_j$ – множество индексов ЧРП для j-го структурного элемента; w_i – весовые коэффициенты, учитывающие вклад ЧРПi в КРП ($\sum\limits_{i \in \mathbf{L}_j} w_i = 1$). В самом простом случае $w_i = 1/|\mathbf{L}_j|$, где $|\mathbf{L}_j|$ – мощность множества $\mathbf{L}_j$.

Т.о., предложено обобщенное решающее правило, учитывающее результаты структурной идентификации биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками по каждому из каналов нелинейного фильтра. Дальнейшие исследования направлены на экспериментальную проверку эффективности коллектива решающих правил на реальных сигналах.

Литература. **1.** Поворознюк А.И. Описание эталона для синтеза функции отклика нелинейного фильтра в задаче структурной идентификация биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками / Поворознюк А.И., Филатова А.Е. // Вісник НТУ «ХПІ». Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – 2012 – № 38. – С. 136-141.

Примостка А.О.
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, Київ, Україна

Теоретичні підходи до визначення програмних агентів та мультиагентних систем

З розвитком та ускладненням програмних комплексів виникла необхідність спрощення представлення складних систем та урахування в них можливих дій користувача. Одним із ефективних способів вирішення цієї проблеми став мультиагентний підхід до моделювання складних систем. Даний тип систем розвивався як частина розподілених систем штучного інтелекту [1]. Зараз мультиагентні системи застосовуються у різноманітних програмних продуктах різного цільового призначення.

Мультиагентні системи – це сукупність програмних агентів (автономних модулів), здатних до взаємодії. Головною особливістю мультиагентних систем є здатність до виконання значного обсягу робіт високої складності, які жоден агент автономно зробити не спроможний. Однозначного трактування поняття програмного агента на цей час не склалося. Здебільшого, характеризуючи програмних агентів, учені акцентують увагу на різних, притаманних їм, властивостях [2, 3]. Найчастіше виокремлюють такі властивості агентів:

- можливість програмної реалізації агентів;
- автономності – можливості агента діяти самостійно, на основі своїх спостережень зовнішнього, відносно агента, середовища;
- раціональність – максимізація міри якості, що визначена на множині можливих результатів роботи агента;
- комунікативності - ступінь та спосіб взаємодії агентів у рамках системи;
- адаптивність(сприйнятливість) – можливость агентів сприймати своє оточення та реагувати на нього;
- про-активность – виявленням агентами спрямованості на досягнення цілі.

Також у багатьох роботах вирізняють таку характеристику, як тривалість функціонування.

В процесі розробки мультиагентних систем автори здебільшого виокремлюють різні типи об'єктів, що використовуються в процесі симуляції. Причому, в різних підходах цей поділ здійснюється залежно від різних властивостей об'єктів. Наприклад, у одній роботі розмежовують агентів та об'єкти, в другій - агентів та артефакти, а в інших здійснюється групування агентів за деякою спільною ознакою у єдиний агент зі своїми внутрішніми отнологіями та протоколами зв'язку. Для кожного типу об'єктів зазвичай наводиться окрема методика проектування, власна отнологія, свій набір рекомендацій щодо реалізації та алгоритмів, що використовуються у процесі симуляції. Така неузгодженість ускладнює загальне проектування та розуміння МАС, збільшує обсяг інформації, необхідної для її сприйняття, призводить до неможливості уніфікувати як методичні підходи до розробки, так й алгоритми реалізації системи. Також при такому підході значно ускладнюється можливість симуляції частини системи, так як різні типи об'єктів системи можуть мати різну поведінку.

У роботі [4] запропоновано підхід, згідно якого при симуляції мультиагентних систем усі сутності розглядаються, як агенти. Це дозволяє провести уніфікацію різних типів об'єктів та звести їх до єдиного поняття "агент". Але з іншого боку залишається поділ агентів на активних, пасивних та нестійких. Активні агенти відрізняються від пасивних тим, що самі можуть ініціювати дії.

Цілком очевидно, що результатом роботи агента мають бути кількісні чи якісні зміни зовнішнього, відносно самого агента, середовища. Тобто кожен агент в результаті своєї роботи впливає на зовнішнє середовище чи саму систему. З точки зору характеристики раціональності результат роботи агента повинен мати критерій оцінювання для того, щоб агент міг самостійно оцінити результати діяльності та, за можливості, покращити їх чи змінити свою поведінку. Отже, кожен агент повинен мати результатом своєї роботи такі прояви, що можуть бути оцінені, інакше будь-які дії, що не мають зовнішнього прояву можуть бути оцінені агентом, як

раціональні, в тому числі і не виконання жодних дій. Причому не виконання жодних дій у разі відсутності результату буде оптимальною стратегією, оскільки за відсутності результату не затрачаються ніякі зусилля.

З позицій автономності будь-який агент повинен реагувати на зміну зовнішнього середовища у межах своїх можливостей оцінки такої зміни. У загальному розумінні зовнішнім є середовище, в якому працює система в цілому. Але з позиції кожного окремого агента, зовнішнім середовищем буде також і сама система, адже агент повинен реагувати як на зміни ззовні системи, так і на вагомі для нього зміни всередині системи. Отже, з погляду проектування агента немає сенсу в диференціації середовища на зовнішнє відносно системи та внутрішнє, оскільки для підтримки своєї автономності агент повинен однаково адекватно реагувати на будь-які зміни, значущі для його роботи.

Таким чином, під зовнішнім середовищем агента слід розуміти все, що не включено до самого агента, а саме як мультиагенту систему (за винятком самого агента), так і середовище, в якому ця система функціонує. За такого підходу агенти безпосередньо впливають на зовнішнє середовище, або безпосередньо змінюючи середовище, в якому функціонує уся система, або впливаючи на систему за допомогою комунікативних засобів самої системи. Як наслідок, виникає питання диференціації між безпосередньою зміною середовища та повідомленням всередині системи, але, якщо розглядати формування повідомлення як безпосередній вплив, то агенту потрібно лише знати об'єкт, на який йому необхідно вплинути. Таким чином кожен агент може впливати на систему через відомий всім агентам комунікативний канал системи у рамках фізично відокремленої групи агентів.

Запропонований підхід дозволяє розглядати агента як повністю незалежну та автономну одиницю мультиагентної системи. Це значно спрощує проектування та розуміння мультиагентної системи в цілому, оскільки на рівні системи потрібно визначити функціональність кожного агента окремо та визначити онтологію, що буде використовуватись всередині системи. А на рівні агентів проектування можна проводити окремо для кожного агента, базуючись на необхідній функціональності агента та переліку важливих факторів зовнішнього середовища, що мають бути враховані у процесі функціонування. Також перевагою є те, що проектування та реалізацію програмних агентів можна проводити окремо, за винятком спільної онтології. Також за цього підходу для комунікації агентів всередині системи можна використовувати існуючі засоби, що забезпечують прийнятні параметри зв'язку, такі як захищеність, швидкість, розподіленість, можливість використання в гетерогенних середовищах та інші.

Запропонований погляд на мультиагентні системи дозволяє:

- уніфікувати проектування технічних аспектів мультиагентної системи;
- спростити проектування як системи в цілому, так і проектування кожного агента окремо;
- спростити розуміння процесу функціонування системи, розбивши її на повністю незалежні модулі-агенти;
- удосконалити тестування як частин системи, так і системи в цілому, за рахунок того, що агенти за такого підходу не впливають один на одного;
- уніфікувати та використати існуючі програмні засоби для комунікації агентів;
- паралельно розробляти різніх агентыв незалежно від їх функціональності.

Література. **1.** Peter Stone and Manuela Veloso, "Multiagent Systems: A Survey from Machine Learning Perspective.," School of Computer Science Carnegie Mellon University, Pittsburg, December 1997 **2.** В. И. Городецкий и др., "MAS DK: инструментарий для разработки многоагентных систем и примеры приложений," в *Труды Междунар. Конгресса «Искусственный интеллект в XXI веке» (ICAI 2001)*, М., 3-8 сентября 2001 г., с.249-262 **3.** Швецов А. Н. и др., "Инструментальный программный комплекс для проектирования мультиагентных систем" в *Материалы IX Междунар. Конференции. «Интеллектуальные системы и компьютерные науки», Т. 2, Ч. 2.*, М., 2006, с. 309 - 312 **4.** Y. Kubera et al., "Everything can be Agent! (Extended Abstract)," in *Proc. of 9th Int. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2010)*, Toronto, Canada, May 10–14 2010, pp. 1547-1548

Пікуляк М.В., Козич О.В.
Прикарпатський національний університет імені В.Стефаника, Івано-Франківськ, Україна

Квантування навчального контенту на основі теорії мультимножин

Розглянуто використання теорії мультимножин з метою побудови індивідуальної траєкторії навчання студента в адаптивних системах передачі знань.

Сучасний навчальний процес важко представити без використання комп'ютерних посібників, збірників задач, тренажерів, лабораторних практикумів, справочників, енциклопедій, тестуючих і контролюючих систем та інших комп'ютерних засобів навчання [1].

В даній роботі описується використання теорії мультимножин для формування індивідуального набору квантів в адаптивній системі передачі знань. Дана теорія дає змогу в зручний спосіб програмно забезпечити сукупність окремих елементів навчальної області та встановити зв'язки між ними.

Для квантової прив'язки навчального контенту вводимо поняття про мультимножини, що визначені в загальній теорії мультимножин [2]:

Означення 1. Мультимножиною A називають довільний невпорядкований набір елементів деякої множини $[A]$, яку називають базисом цієї мультимножини. Кратність k входження елемента a множини $[A]$ в мультимножину A позначають через $a^k \in A$.

Кожна мультимножина однозначно задається за допомогою первинної та вторинної специфікацій, що відповідають їй:

Означення 2. Первинною специфікацією мультимножини A із базисом $[A] = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$ і відповідними кратностями елементів цього базису $k(A) = \{k_1, k_2, ..., k_n\}$, називають символ $[a_1^{k_1}, ..., a_n^{k_n}]$. Кратності k_i у первинній специфікації називають також її показниками.

Означення 3. Нехай серед кратностей $k(A) = \{k_1, k_2, ..., k_n\}$ елементів описаного вище базису $[A] = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$ мультимножини A є λ_1 одиниць, λ_2 двійок, і т.д., λ_n n-ок, тоді символ $[[1^{\lambda_1} 2^{\lambda_2} ... n^{\lambda_n}]]$ називають вторинною специфікацією мультимножини A.

На мультимножинах вводять операції, аналогічні до операцій на множинах [3]. При цьому всі позначення, введені для операцій над множинами, зберігаються і для аналогічних операцій над мультимножинами.

Оскільки весь навчальний матеріал курсу (теми) у розробленій адаптивній системі розбивається на найпростіші неподільні кванти інформації $k_j, j = 1, 2, ..., m$, то кожному завданню тесту $t_i, i = 1, 2, ..., n$ відповідає мультимножина $T_i = \{k_1^{\lambda_{i1}}, k_2^{\lambda_{i2}}, ..., k_m^{\lambda_{im}}\}$ квантів, які потрібно знати та вміти використовувати, роблячи потрібні висновки.

Нехай, при перевірці засвоєння курсу правильно виконано s наборів тестових завдань. Для того, щоб встановити не достатньо засвоєні кванти інформації, необхідно проаналізувати мультимножину, яка є сумою мультимножин, що відповідають наборам тестів з негативними відповідями. Очевидно, що кванти інформації з найбільшими показниками не засвоєні, тому на вивчення подається матеріал курсу, що базується на цих квантах.

Розглянемо загальний приклад з метою визначення незасвоєних квантів. При побудові наборів тестових завдань, як правило, в одному і тому самому наборі окремий квант може зустрічатися різну кількість разів. Припустимо, що тестові завдання t_1 спираються на квант k_1, який фігурує r_1 раз, на квант k_2, який фігурує r_2 раз, і т. д., на квант k_k, який фігурує r_k раз (рис. 1):

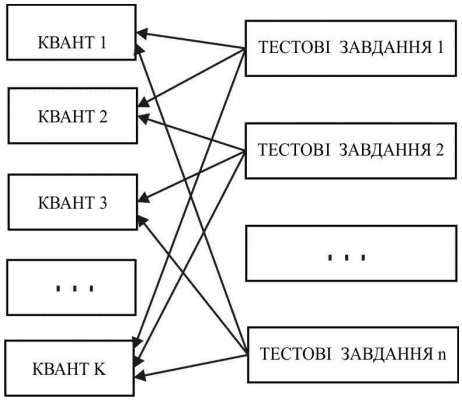


Рис. 1. Прив'язка тестових завдань та квантів

Тоді завданню t_1 буде відповідати мультимножина T_1:
$T_1 = \{k_1^{r_1}, k_2^{r_2}, ..., k_k^{r_k}\}$.
Аналогічно завданню t_n буде відповідати мультимножина T_n:
$T_n = \{k_1^{m_1}, k_2^{m_2}, ..., k_k^{m_k}\}$,
в якій квант k_1 зустрічається m_1 раз, k_2 – m_2 рази, і т.д., k_k – m_k раз.

За підсумками тестування для кожного студента формуються результуючі мультимножини T_{ci}, які будуються на основі квантів, прив'язаних до тестових завдань, по яких було отримано негативну відповідь. Провівши сумування початкових та результуючих мультимножин, а також нормування індексів при однакових номерах квантів, навчальна система для кожного студента формує індивідуальний набір квантів для повторного чи поглибленого вивчення.

Приклад. Реалізацію описаної технології розглянемо на прикладі вивчення теми "Мова програмування Паскаль". Під час засвоєння теми "Оператори мови" навчальний матеріал було розбито на кванти $k_1, ..., k_5$ (оператори присвоєння, вводу, виводу, розгалуження та циклу відповідно).

Для перевірки рівня засвоєння даної теми в навчальній системі було сформовано три набори тестів, кожен з яких складається з 10 тестових завдань, прив'язаних до відповідних квантів $k_1, ..., k_5$. Даним завданням відповідають наступні мультимножини:
$T_1 = \{k_1^1, k_2^2, k_3^2, k_4^3, k_5^2\}$, $T_2 = \{k_1^3, k_2^4, k_5^3\}$, $T_3 = \{k_1^2, k_2^2, k_3^2, k_4^2, k_5^2\}$,
індекси над квантами в яких визначають кількість повторень відповідного кванта в окремому тестовому наборі.

Сумування мультимножин T_i дає змогу визначити максимально можливу кількість повторень кванта k_i у всіх наборах тестових завдань:

$$\sum_{i=1}^{3} T_i = \{k_1^1, k_2^2, k_3^2, k_4^3, k_5^2\} + \{k_1^3, k_2^4, k_5^3\} + \{k_1^2, k_2^2, k_3^2, k_4^2, k_5^2\} = \{k_1^6, k_2^8, k_3^4, k_4^5, k_5^7\} \qquad (1)$$

За результатами тестування для окремого студента А в системі було отримано наступні результуючі мультимножини негативних відповідей:
$T_{c1} = \{k_2^1, k_3^1, k_4^1, k_5^1\}$, $T_{c2} = \{k_2^2, k_5^2\}$, $T_{c3} = \{k_1^1, k_3^2, k_5^2\}$.
Виконавши сумування даних мультимножин, системою визначаються індекси та номера квантів, прив'язаних до неправильних відповідей студента А:

$$\sum_{i=1}^{3} T_{ci} = \{k_2^1, k_3^1, k_4^1, k_5^1\} + \{k_2^2, k_5^2\} + \{k_1^1, k_3^2, k_5^2\} = \{k_1^1, k_2^3, k_3^3, k_4^1, k_5^5\} \qquad (2)$$

На заключному етапі адаптивна система проводить нормування сум (1) та (2) за методом ділення на максимум серед компонент. Виходячи, наприклад, з норми 50 % незасвоєння навчального матеріалу, очевидно, що в описаному прикладі для студента А системою формується матеріал для повтореняя, побудований на основі квантів k_3 та k_5.

Отже, застосування для побудови адаптивних систем передачі знань теорії мультимножин дозволяє побудувати навчальну траєкторію студента на основі найменших неподільних квантів інформації та здійснити ефективну прив'язку квантів до відповідних контролюючих тестових завдань.

Це дає змогу забезпечити того, хто навчається, індивідуально-спланованою стратегією навчання з врахуванням попереднього рівня його знань та на основі диференційного підходу до реальних вмінь та навиків, які він проявив під час навчання.

Література. **1.** Башмаков А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с. **2.** Петровский А.Б. Пространства множеств и мультимножесв / А.Б. Петровский. – Москва: Едиториал УРСС, 2003. – 248 с. **3.** Заторський Р.А. Деякі методи та задачі комбінаторного аналізу (Спеціальний курс математики) / Р.А. Заторський. – Івано-Франківськ.: Лік, 2006. – 136 с.

Рибицька О.М., Заяць В.М.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Приховані можливості математики при статистичній обробці інформації

До розв'язання ряду задач обробки статистичної інформації пропонується застосовувати теорію нечітких інтегралів та розмитої логіки. Ця методика передбачає вдалий вибір функції належності, критерію правдоподібності і та нечіткої міри на основі знань експерта.

При аналізі великих обсягів даних, що застосовуються у різних прикладних галузях знань, за умови їх неповноти або надлишковості широкого використання набуває теорії нечітких множин та розмитої логіки. Такий підхід при обробці інформації характеризується заміною об'єктивного поняття закону розподілу ймовірності на суб'єктивне – функцію належності.

Функцію належності нечіткого числа (множини) будують на основі висновків одного або декількох експертів, які базуються на власному досвіді та набутих знаннях про досліджувану величину. Ці знання часто формулюються лінгвістично, описово тобто поряд із числовими, кількісними величинами можуть розглядатись і якісні [2].

Одним із методів математичної обробки статистичної інформації є застосування нечітких мір та інтегралів.

Класична математична статистика широко використовує міру ймовірності [3] (або розподіл ймовірності), а саме невід'ємну функцію $P : A \to [0;1]\,, \quad A \subseteq \Omega$, де Ω – множина елементарних подій, які утворюють борелівське поле і для якої:

$$P(\Omega) = 1, \quad P(\emptyset) = 0,$$

$$P\left(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i\right) = \sum_{i=1}^{\infty} P(A_i) \tag{1}$$

для $A_i \bigcap A_j = \emptyset$, якщо $i \neq j$.

Якщо задана універсальна множина X, а $\mathbf{B}$ – її булеан, то нечіткою мірою $g(\Omega)$ називають функцію, для якої:

1) $g(\Omega) = 1, \quad g(\emptyset) = 0$ (обмеженість);

2) якщо $A, B \subseteq X$ і $A \subset B$, то $g(A) \leqslant g(B)$ (монотонність);

3) якщо $F_n \subset \mathbf{B}$ для всіх $1 \leqslant n < \infty$ і послідовність $\{F_n\}$ монотонна в сенсі включення, тоді $\lim\limits_{n\to\infty} g(F_n) = g\left(\lim\limits_{n\to\infty} F_n\right)$ (неперервність).

Вираз $g(A)$ встановлює оцінку нечіткості судження "$A \subset X$". Умова адитивності (1) для нечітких мір не є обов'язковою.

Існує досить багато математичних конструкцій моделювання нечітких мір. Вкажемо на практично важливу конструкцію g_λ-міри Сугено [1] .

Для побудови g_λ-мір Сугено використане λ-правило: для $A, B \subseteq \mathbf{B}$, $A \bigcap B = \emptyset$

$g_\lambda(A \bigcup B) = g_\lambda(A) + g_\lambda(B) + \lambda g_\lambda(A) \cdot g_\lambda(B)$, $-1 < \lambda < \infty$. Для випадку, коли $A \bigcup B = X$ останню рівність називають *умовою нормування* g_λ-мір, а параметр λ– параметром нормування g_λ-міри, g_λ-нечіткі міри – це частковий випадок нечіткої міри, але в порівнянні з іншими нечіткими мірами вони допускають більш природню інтерпретацію.

Очевидно, що $g_\lambda(X) = 1$ а $g_\lambda(\emptyset) = 0$.

Залежно від λ всі g_λ-міри поділяють на класи:

суперадитивну міру довіри ($\lambda > 0$); субадитивну нечітку міру правдоподібності ($-1 < \lambda < 0$); міру ймовірності ($\lambda = 0$) та міру можливості ($\lambda = -1$).

Для обробки нечіткої інформації, яка формалізована за допомогою нечітких мір доцільно застосовувати нечіткі інтеграли [4, 5].

Нечіткий інтеграл від функції $h : X \to [0,1]$ на множині за нечіткою мірою g визначають як

$$\int\limits_{A} h(x) \circ g = \sup_{a \in [0,1]} \min(a, g(A \bigcap H_a)),$$

де $H_a = \{x \in X : h(x) \geqslant a\}$.

Нечіткі інтеграли володіють властивістю медіани, що дозволяє говорити про стійкість одержаних розв'язків; залежно від виду нечіткої міри, за якою здійснюється інтегрування, вони забезпечують реалізацію всіх відомих на сьогодні стратегій прийняття рішень, починаючи від міри необхідності ($Ness$) – міри довіри (Bel) – ймовірнісної міри (P) – міри правдоподібності (Pl) і завершуючи мірою можливості ($Poss$); проводять інтегральну оцінку згідно інтуїтивних очікувань людини (нечітке очікуване значення). Таким чином, з їх виникненням почався другий етап розвитку математичної статистики, а саме її нечіткий (м'який) аналог. Він узагальнює ймовірнісний період статистики, містить в собі його як частковий результат.

Нечітке інтегрування забезпечує заміну арифметичних операцій додавання і множення $(+, \times)$ на операції $(\vee, \wedge)$ (так званий максимінний базис). Це забезпечує відсутність некоректності під час обробки нечіткої інформації [4].

Другий підхід до опрацювання неповної або нечітко визначеної інформації полягає у застосуванні теорії розмитої логіки або формуванні логічних правил з невизначеними змінними, які можуть приймати як детерміновані, так і ймовірнісні значення. В процесі опрацювання апріорної інформації та виборі відповідних критеріїв правдоподібності можна поповнювати недостатні дані, забезпечуючи формування нових знань.

Для реалізації відповідних алгоритмів найбільш вдало пристосовані декларативні мови програмування такі як Refal, Reduce [6], Matcad [7] – мови аналітичних перетворень та системи автоматизації математичних вирахувань, Lisp [8] – мова функціонального програмування, Prolog– мова вирахування логічних диз'юнктів та правил [9, 10].

Наведені підходи доцільно застосовувати у тих предметних областях, які тяжко піддаються чи не піддаються аналітичному опису або вимагають колосальних технічних затрат для повноцінного збору інформації про предметну область, зокрема, в галузі медицини, геології, екології, технічної діагностики, розпізнаванні та ідентифікації складно структурованих сигналів, процесів та явищ.

Література. **1.** Sugeno, M. Fuzzy measure and fuzzy integral / M. Sugeno // Trans. SICE, 1972. – Vol.8 No.2. – P.95–102. **2.** Бочарников В.П., Свешников С.В. Fuzzy – technology: Основы моделирования и решения в экспертно-аналитических задачах. – К.: Эльга, Ника-центр, 2003. – 296 с. **3.** Ермольев Ю.М. Методы стохастического программирования / Ю.М. Ермольев. – М.: Наука, 1976. **4.** Литвинов Г.Л. Идемпотентная математика и интервальный анализ / Г.Л. Литвинов, В.П. Маслов, А.Н. Соболевский // Вычислительные технологии. – 2001. – Т.6, №6. – С. 47–70. **5.** Сявавко М. Математика прихованих можливостей / М. Сявавко. – Острог: Видавництво НУ "Острозька академія", 2011. – 396 с. **6.** Еднерал В.Ф Язык аналитических вычислений REDUCE / В.Ф Еднерал, А.П. Крюков, А.Я. Родионов. – М.: Из-во МГУ, 1984. – 176 с. **7.** Дьяконов В. Matcad 2001 // В. Дьяконов. – СПБ: Питер, 2001. – 624 с. **8.** Заяць В.М. Функційне програмування: Навч. посібник. – Львів.: Вид-тво "Бескид Біт", 2003. – 160 с. **9.** Ц.ИН, Д. Соломон. Программирование в Турбо-Прологе. – М.: Мир, 1996. – 640 с. **10.** Заяць В.М., Заяць М.М. Логічне та функцій не програмування // В.М. Заяць, М.М. Заяць. – Львів: Вид-тво "Бескид Біт", 2003. – 360 с.

Ролик А.И., Захаров Д.С.
Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", ФИВТ, Киев, Украина

Непараметрическая оценка качества сервисов корпоративной ИТ-инфраструктуры с использованием нечеткой логики

В настоящее время для успешного ведения бизнеса и повышения конкурентоспособности все компании используют информационные и коммуникационные технологии. Конвергенция информационно-вычислительных и телекоммуникационных сетей изменила отношение бизнеса к управлению ИТ-инфраструктурой, осознав зависимость эффективности ведения бизнеса от эффективности функционирования компонентов ИТ-инфраструктуры. Для поддержания согласованного уровня ИТ-сервисов, рационального использования ресурсов и автоматизации операционной деятельности ИТ-подразделения, создаются системы управления ИТ-инфраструктурой (СУИ) [1, 2], представляющие собой многомерные многообъектные многофункциональные системы управления с иерархической структурой.

Качество ИТ-сервисов определяется состоянием компоентов ИТ-инфраструктуры, а для поддержания согласованного уровня ИТ-сервисов необходимо осуществлять непрерывный мониторинг состояния и оперативное управление компонентами ИТ-инфраструктуры. Важной составляющей при итоговой оценке уровня услуг является субъективное мнение пользователя (QoE) о качестве услуг. Учет QoE в СУИ позволяет делать всестороннюю оценку уровня услуг, своевременно выявлять возникающие проблемы функционирования и осуществлять проактивное управление ИТ-инфраструктурой с учетом прогноза состояния компонентов. В то же время оценка состояния компонентов ИТ-инфраструктуры путем сведения значений параметров, характеризующих функционирование отдельных компонентов с учетом субъективной оценки пользователей, к единой метрике или группе метрик, характеризующих уровень сервисов, является очень актуальной, но далеко не тривиальной проблемой.

Целью данной работы является разработка метода непараметрической оценки качества сервисов, представляемых пользователям корпоративной ИТ-инфраструктуры, с использованием нечеткой логики и учета функциональных зависимостей между компонентами ИТ-инфраструктуры.

Предлагаемый метод основан на представлении компонентов ИТ-инфраструктуры в виде специальных ориентированных мультиграфов ярусно-параллельной формы. Аппарат непараметрической статистики применяется для сведения разнотипных параметров, характеризующих состояние компонентов ИТ-инфраструктуры и оказывающих влияние на качество ИТ-сервисов, к единому показателю. При оценке качества сервисов учитывается мнение конечных пользователей.

Для оценки качества функционирования компонентов ИТ-инфраструктуры используются обобщенные метрики, характеризующие аспекты деятельности функциональных единиц ИТ-инфраструктуры. Для расчета обобщенных метрик качества функционирования компонентов в D-мерном параметрическом пространстве значения параметров приводятся к единому масштабу и координатной сетке или проецируются на относительную шкалу, например, отрезок реальной оси. В работе для этих целей предложено использовать аппарат глубинно-упорядоченных регионов — зоноидов. Значения параметров сводятся к единственной величине, которой является глубина зоноида, принимающая значения из отрезка [0,1]. Зоноид $Z(\alpha_k, S_l)$ заданной глубины α_k определяется следующим образом:

$$Z(\alpha_k, S_l) = \mathrm{conv}\Big\{ \frac{1}{\alpha_k n} \sum_{j=1}^{k} x_{l,i_j} + \big(1 - \frac{k}{\alpha_k n}\big) x_{l,i_{k+1}} : \{i_1, ..., i_{k+1}\} \subset N \Big\},$$

где $\alpha_k \in \left[\frac{k}{n_l}, \frac{k+1}{n_l} \right]$, $k = \overline{1, n_l - 1}$, $N = \{1, ..., n_l\}$.

Для оценки состояния компонентов ИТ-инфраструктуры необходимо иметь подпространство нормального функционирования $\Theta_{n.f.}$, которое обычно задается в виде ограниченной

гиперповерхностями зоны D-мерного параметрического пространства. В [3] область нормального функционирования задается заранее просчитанными границами. Это упрощает определение гиперплоскостей и расчеты зоноида, но не позволяет учесть QoE. Для расчета оценки качества функционирования с учетом мнения пользователей предложено устанавливать гибкие границы подпространства нормального функционирования. При этом учитываются не только целевые значения качества, но и субъективные оценки QoE, обрабатываемые с использованием правил нечеткой логики. Это позволит на основании мнения пользователей о качестве сервиса гибко трансформировать область нормального функционирования.

Нормально функционирующим компонент ИТ-инфраструктуры считается тогда, когда глубина точки, характеризующей состояние данного компонента, больше глубины $\alpha_{n.f.}$. Причем $\alpha_{n.f.}$ определяется следующим образом:

$$\alpha_{n.f.} = \arg \min_{\alpha_k \in [\frac{1}{n};1]} \Big\{ Z(\alpha_k) : Z(\alpha_k) = \mathrm{conv}\Big\{ \frac{1}{\alpha_k n} \sum_{j=1}^{k} x_{i_j} + \big(1 - \frac{k}{\alpha_k n}\big) x_{i_{k+1}} : \{i_1, ..., i_{k+1}\} \subset N \Big\} \Big\},$$

$Z(\alpha_k) \in \Theta_{n.f.}$, а $\Theta_{n.f.}$ формируется с использованием оценки пользователей.

Для оценки QoE выбрана шкала от 1 до 5, причем 1 — означает «очень плохо», а 5 — «очень хорошо». Оценки от 3 до 5 приписываются подпространству нормального функционирования $\Theta_{n.f.}$. При выборе функции принадлежности предпочтение было отдано обобщенной функции желательности Харрингтона, обладающей свойствами непрерывности, монотонности и гладкости, двумя участками насыщения в пограничных областях и линейным участком. Функция принадлежности изменяется в пределах от 0 до 5 и задается уравнением $\mu(x) = \exp[-\exp(-x) \times 5]$.

Проведен эксперимент для оценки качества сервиса VoIP. Из всех параметров, влияющих на качество звука, выбрано три параметра. Пользователи ставили оценки по трем методикам MOS, MOSLE и MOSLP. На основании этих оценок с помощью функции желательности Харрингтона D-мерное пространство разбивалось на пять подпространств. Накопленная статистика использовалась для настройки предложенного механизма периодической корректировки границ нормального функционирования с использованием мнений пользователей о качестве сервиса VoIP.

Таким образом, предложенный в данной работе метод оценки качества сервисов ИТ-инфраструктуры, основанный на непараметрической оценке с использованием правил нечеткой логики, позволяет учесть субъективное мнение пользователей. Это дает возможность реализовать в СУИ перспективный, ориентированный на пользователей подход к управлению уровнем услуг.

Литература. **1.** Теленик С.Ф. Система управління інформаційно-телекомунікаційною системою корпоративної АСУ / С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, М.М. Букасов, Р.Л. Соколовський // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. — 2006. — № 45.— С. 112—126. **2.** Ролик А.И. Система управления корпоративной информационно-телекоммуникационной инфраструктурой на основе агентского подхода / А.И. Ролик, А.В. Волошин, Д.А. Галушко, П.Ф. Можаровский, А.А. Покотило // Вісник НТУУ «КПІ»: Інформатика, управління та обчислювальна техніка. — К.: «ВЕК+», 2010. — № 52. — С. 39—52. **3.** Ролік О.І. Метод зведення метрик якості функціонування компонентів ІТ-інфраструктури за допомогою апарату непараметричної статистики / О.І. Ролік, П.Ф. Можаровский, В.М. Вовк, Д.С. Захаров // Вісник НТУУ «КПІ»: Інформатика, управління та обчислювальна техніка. — К.: «ВЕК+», 2011. — № 53. — С. 160—169.

Руденко М.С.
Сумський державний університет, Суми, Україна

Інформаційно-екстремальний алгоритм адаптивного випадкового пошуку набору яскравості пікселів при розпізнаванні зображень онкологічних захворювань

Діагностування онкологічних захворювань залишається актуальною проблемою сучасної медицини, через зростання цих захворювань серед населення розвинутих країн світу. Одним із методів діагностування є дослідження і аналіз морфологічних зображень тканин пацієнтів з онкологічними клітинами, отриманими за методом біопсії. Однак такий підхід вимагає оброблення великого обсягу діагностичної інформації. Основним шляхом вирішення цієї проблеми є застосування комп'ютеризованої діагностичної системи (КДС), складовою частиною якої є інтелектуальна системи підтримки прийняття рішень (СППР), що навчається, для розпізнавання зображень онкологічних захворювань. Відомі інтелектуальні методи прийняття рішень характеризуються невисокою достовірністю правильного розпізнавання, оскільки вони ігнорують апріорно нечіткий розподіл класів розпізнавання. Тому доцільним є використання ідей та методів інформаційно-екстремальної інтелектуальної технології (ІЕІ-технології), яка базується на оптимізації параметрів навчання [1].

Розпізнавання онкопатологій за їх зображеннями ускладнюється впливом фонових завад та відсутністю чітких ознак відмінності. Для розв'язання цієї задачі пропонується алгоритм адаптивного випадкового пошуку оптимального набору градацій яскравості пікселів. ІЕІ-технологія складається з етапу, під час якого оптимізуються навчальні вирішальні правила для розпізнавання. Вхідною інформацією для навчання за базовим ІЕІ алгоритмом є: навчальна матриця реалізацій образу $\{y^{(j)}_{m,i} | m = \overline{1,M}; i = \overline{1,N}; j = \overline{1,n}\}$, де M – кількість класів розпізнаваня, N, n – кількість ознак розпізнавання і реалізацій образів відповідно; система контрольних допусків (СКД) $\{\delta_i\}$ на ознаки розпізнавання; рівень селекції $\{\rho_m\}$, який за умовчанням дорівнює 0,5 для всіх класів розпізнавання. Розглянемо кроки цього алгоритму.

1. Обробка зображень та формування навчальних матриць класів розпізнавання (на першому кроці використовується повний набір, який містить всі градації в діапозоні від 0 до 255).
2. Паралельно-послідовна оптимізація СКД на ознаки розпізнавання.
3. Формування бінарної навчальної матриці $||x^{(j)}_{m,i}||$, тобто переведення вхідної навчальної матриці з декартового простору в бінарний за допомогою пропускання ознак навчальної матриці через поле контрольних допусків.
4. Обчислення центрів розподілу реалізацій класів в бінарному просторі.
5. Обчислення критерію функціональної ефективності (КФЕ) та порівняння поточного значення з попереднім. У разі збільшення або зменшення КФЕ переходимо до п.6, в противному випадку завершуємо алгоритм.
6. Генерація випадкового набору градації яскравості та повторення дій пунктів 1–5. Для наступного набору виконується зміна ймовірностей включення кожної градацій в залежності від збільшення або зменшення КФЕ.

Паралельно-послідовна оптимізація СКД на ознаки розпізнавання дозволила суттєво підвищити оперативність та якість навчання, оскільки отримані в процесі паралельної оптимізації квазіоптимальні контрольні допуски знаходяться в робочій області визначення КФЕ та використовуються як стартові для процедури послідовної оптимізації.

Таким чином за результатами досліджень було встановлено, що оптимізація набору градацій яскравості позитивно впливає на якість навчання КДС для розпізнавання онкопатологій.

Література. 1. Довбиш А.С. Оптимізація параметрів навчання СППР для діагностування онкопатологій / А.С. Довбиш, М.С. Руденко // Вісник Сумського держ. ун-ту. Сер. Технічні науки. – 2010. – №2. – С. 48–55.

Севернюк Д.О. *— рецензент Зайченко Е.Ю.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Применение нечеткой нейросети NEFClass в задаче классификации изображений лиц человека

Сегодня задача распознавания является интересной и сложной проблемой, возникающей во время построения биометрических систем идентификации человека [1]. В работе рассматривается распознавания человека по изображению лица. Задачи такого типа делятся на несколько классов: поиск в больших базах данных, контроль доступа, контроль фотографий в документах и т.п.

В работе сформулирована следующая задача классификации, приводится ее математическая модель и алгоритм решения. Пусть задано некоторое фиксированное количество классов объектов (в нашем случае класс – это изображение лица одного и того же человека в разных ракурсах). Каждый объект задается значением признаков – контрольных точек на лице, которые формируют описание этого объекта.

Задача состоит в том, чтобы классифицировать поданный на вход объект, то есть отнести изображение к какому либо классу лиц людей, с которых перед этим было сформировано множество классов. В работе объект был представлен в виде вектора с 7 значениями контрольных точек лица человека: середина верхней линии лба, середина линии между бровей, середина левого и правого глаза, кончик носа, центр губ, низ подбородка. Далее, с помощью заранее обученной (методом градиентного спуска) нечеткой нейронной сети NEFClass, получали принадлежность входного объекта к одному из классов.

В работе рассматривалось разное количество классов (от 5ти до 8ми), разное количество нечетких множеств нейросети NEFClass (от 3х до 5ти). Также варьировался процент обучающей выборки (от 50ти до 90та). В результате проведенных экспериментов были получены следующие зависимости:

- для обучающей выборки оптимальное количество нечетких множеств - 5 (а в общем случае зависимость нелинейна);
- для тестовой выборки оптимальное количество нечетких множеств прямопропорциоально количеству классов;
- качество классификации зависит нелинейно от процента обучающей выборки для любого количества нечетких множеств нейросети;
- для обучающей и тестовой выборок зависимость точности классификации от количества классов носит прямопропорциональный характер.

Важным критерием является и время, за которое происходит классификация. По результатам экспериментов можно сделать выводы, что время классификации прямоппропорционально количеству классов, количеству нечетких множеств нейросети и проценту обучающей выборки.

Дальнейшие исследования будут направлены на снижение погрешности распознавания (средняя погрешность распознавания составила 8-9%.). Имеет смысл проведения исследований иных методов предварительной обработки и выделения ключевых признаков изображений (например, таких биометрических характеристик лица человека, как цвет глаз, параметры окружности лица, соотношение расстояний между зрачками, носом, контурами губ, и т.п.).

Литература. **1.** Шапиро Л., Дж. Стокман. Компьютерное зрение. Пер с англ. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. — 752 с. **2.** Зайченко Ю.П. Основы проектирования интеллектуальных систем. Учебное пособие. — К.: Издательский дом "Слово", 2004 — 352 с. **3.** Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. — К.: Издательский дом "Слово", 2008. — 344 с.

Селиванова А.В.
Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса, Украина

Системный подход к управлению холодильной установкой

Разработана продукционно-фреймовая модель идентификации структуры обобщенной холодильной установки

Сложные системы характеризуются исполняемыми процессами (функциями), структурой и поведением во времени. Холодильная установка - это комплекс, в состав которого входят холодильные машины, аппараты и сооружения предназначенные для получения, транспортировки и использования искусственного холода в технологических процессах пищевой, химической, металлургической, горной, нефтяной, газовой и медицинской промышленности. В таком понимании холодильная установка включает еще и аппараты, приборы, трубопроводы и даже сооружения как для осуществления технологических процессов при низких температурах, так и для рациональной эксплуатации холодильного оборудования в течение реального времени. В процессе регулирования работы холодильной установки обслуживающий персонал пытается установить и поддержать наиболее экономичный и безопасный режим работы, что способствует долговечности оборудования. Поддержание оптимальных параметров в теплообменных аппаратах способствует установлению наименьшей суммы расходов, отнесенной к единице наработанного холода или изготовленной продукции. При уменьшении температурных перепадов между средами в теплообменных аппаратах уменьшаются энергетические затраты путем сокращения внешней необратимости термодинамического цикла [1].

Важным для системного подхода является определение структуры системы — совокупности связей между элементами системы, отражающих их взаимодействие. Структура системы может изучаться извне с точки зрения состава отдельных подсистем и отношений между ними, а также изнутри, когда анализируются отдельные свойства, позволяющие системе достигать заданной цели, т. е. когда изучаются функции системы.

Процесс синтеза модели М на базе системного подхода условно представлен на рис. 1. На основе исходных данных Д, которые известны из анализа внешней системы, тех ограничений, которые накладываются на систему сверху либо исходя из возможностей ее реализации, и на основе цели функционирования формулируются исходные требования Т к модели системы S. На базе этих требований формируются ориентировочно некоторые подсистемы П, элементы Э и осуществляется наиболее сложный этап синтеза — выбор В составляющих системы, для чего используются специальные критерии выбора КВ.

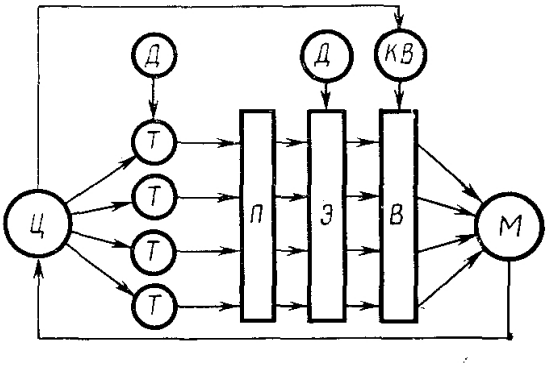


Рис. 1. Процесс синтеза модели на основе системного подхода

Все типы холодильных установок можно классифицировать по ряду признаков. Каждый из них характеризует только одну особенность установки; поэтому в определении конкретной холодильной установки могут использоваться несколько признаков. Холодильные установки или станции могут отличаться по 9 признакам, каждый из которых может иметь от двух до

пяти градаций. Учитывая это холодильную установку можно рассматривать как сложную искусственную открытую человеко-машинную систему с управлением, действующую в условиях неопределенности. Модель холодильной установки для компьютерного тренажера, целью которого является обучение базовым навыкам управления должна быть универсальной и учитывать разнообразие схем различных установок.

Для этого целесообразно сформировать модель обобщённой холодильной установки, частные случаи применения которой будут соответствовать различным структурно-параметрическим конфигурациям реальных установок, что расширит возможности формирования соответствующих навыков управления.

Структуру обобщенной холодильной установки (ОХУ) Sgrm можно описать с помощью фрейма Sgrm со слотами K:

Sgrm:{ Kn, Kprod, Kt, Kr, Kha, Ko, Ke, Ks, Kvn } , где

Kn - назначение { централизованная, децентрализованая } ,

Kprod – продуктивность { большие, средние, мелкие } {

Kprod >3 МВт, Kprod <1 МВт, Kprod <60 КВт } ,

Kt – температурный режим { высокотемпературные, среднетемпературные, низкотемпературные } { 10..-10 °C, -10..-20 °C, -20..-120 °C } ,

Kr – режим работы { стационарные, нестационарные, непрерывные, цикличные, нестационарные с аккумулятором тепловой энергии } ,

Kha – вид холодильного агента { аммиачные, фреоновые, этановые, пропановые, углекислотные, на смесях } ,

Ko – вид охлаждения { с непосредственным, с промежуточным } ,

Ke – вид энергии { електродвигатель, газовая турбина, вторичные энергоресурсы, природный холод, гелиоустановки } ,

Ks – количество компрессоров { одноступенчатая, двухступенчатая } ,

Kvn – количество насосов { с безнасосной системой охлаждения, с насосно-циркуляционной системой охлаждения } ,

С помощью правил продукций вида:

Rule 1:

EQ(Sgrm. Ks; 1)

EQ(Sgrm. Kha; аммиак)

EQ(Sgrm.Kvn; 2)

Do

EQ(Одноступенчатая аммиачная холодильная установка с насосно-циркуляционной системой охлаждения)

EndR

можно идентифицировать текущую конфигурацию установки.

Продукционно-фреймовая модель идентификации структуры обобщенной холодильной установки является адекватной при условии полноты и непротиворечивости базы правил продукций.

Таким образом, на основе применения системного подхода получена обобщённая модель холодильной установки, которая послужила основой для последующей разработки автоматизированной системы управления.

Полученная модель может применяться также при формировании сценариев обучения для компьютерных тренажёров при подготовке операторов холодильных установок.

Литература. 1. Холодильні установки. / І. Г. Чумак, В. П. Чепурненко, С. Ю. Лар'яновський та ін.; За ред. І. Г. Чумака. – Одеса: Рефпрінтінфо, 2006. – 560 с.

Сергеев Н.С.
Международная академия наук и инновационных технологий, Киев, Украина

Проектирование механизма принятия решений как системы опорных точек – псиатомов в программной среде Matlab/C++

Рассматриваются методы построения системы принятия решений с использованием принципа формы голограммы предложенного В.М. Бронниковым на основе научного обобщения открытия К. Прибрамом «живой формы голограммы» мозга человека. Предлагается программно реализовать принцип формы голограммы используя модели псифизики, предложенные К.Э. Плохотниковым как наиболее эффективные в реализации поставленной задачи. Ключевые слова: опорная точка, форма голограммы, псиатом, оператор, синтез

Системы принятия решений в настоящее время применяются во многих отраслях деятельности. Однако, методы их синтеза требуют дальнейшего развития.

Известны теоретические исследования, представляющие мыслительный процесс как деятельность «формы голограммы» мозга человека. Подобный подход рассмотрен К. Прибрамом [1] и обобщен в форме структурной модели В. Бронниковым. Эта модель использует систему опорных точек и связей между ними. Одновременно существует также множество направлений искусственного интеллекта, позволяющих реализовать указанный подход в той иной степени приближения [2]. К новым направлениям этого подхода относятся нейросетевые алгоритмы, генетические алгоритмы, алгоритмы квантовых и мягких вычислений.

Основным недостатком перечисленных моделей является их статистический принцип описания и реализации. Вследствие этого они воспроизводят ту или иную составляющую деятельности интеллектуальной системы, что определяет жесткие границы адаптивного поведения таких объектов [3].

Другой подход реализовали разработчики модели псифизики, построив элементарную модель опорной точки – псиатом. Такая модель расширяет возможности за счет формализации базовых модальностей психики, среди которых воля, свобода, сила, и власть. Однако в концепции псифизики предусмотрены лишь начальные принципы синтеза и не даны представления о том, как в целом должна строиться и функционировать подобная система.

Однако в концепции псифизики предусмотрены лишь начальные принципы синтеза и не даны представления о том, как в целом должна строиться и функционировать подобная система.

Цель работы. расширение возможности проектирования интеллектуальных систем за счет реализации принципа адаптивного поведения программной системы.

Для достижения цели реализуется принцип формы голограммы [1] в конкретной программной модели в среде Matlab/C++ с применением моделей псифизики [4]. Получение систем любой сложности согласно предложенному принципу обеспечивается путем построения кластеров целевых функций и постановки в соответствие каждой элементарной функции структуры псиатома.

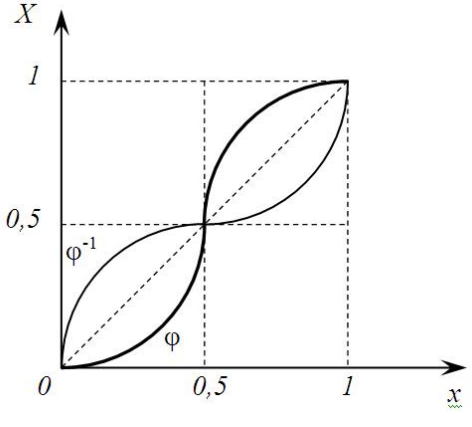


Рис. 1. Пример целевой функции псиатома (ψ)

Кластеры целевых функций строятся на основе типовых функций, реализующих вещественно-энерго-информацмонные субстанциональные циклы в автоматизированном режиме [5]. При этом используется трех стадийный метод проектирования, при котором синтензируются, кроме технических, социо-гуманитарные требования к системе. Проектированием охватываются сфера применения, предназначение, функции системы, принципы ее действия , процессы, стру-

ктуры, алгоритмы поведения и параметры. На социо-гуманитарной стадии проектирования определяются предельные характеристики допустимых процессов коммуникации подсистем системы с надсистемой и средами.

Процесс проектирования осуществляется итеративно. Вначале синтезируются простейшие структуры, которые затем последовательно, в соответствии с усложнением элементов периодической системы технических элементов [5] усложняются, обеспечивая возрастание уровня технизации о общей сложности структуры системы.

Важным является уровень стратегий принимаемых решений, зависящий от уровня сложности и организованности системы .Предложенный метод позволяет реализовать весь спектр возможных стратегий, начиная от простой рефлексивной стратегии и заканчивая высшими стратегиями, отражающими антропное поведение системы. При этом, в системе могут реализоваться не только основные, но также дополнительные обеспечивающие и оптимизирующие функции. Среди последних – функции самообучения, самонастройки, самоприспособления и другие.

Синтезированная структура проверяется на соответствие ее реакций нормативным показателям с учетом ограничений, задаваемых, в том числе, квантово-статистической моделью, а также требованиями сложности и надежности получения требуемых результатов.

Предусмотренная поблочная проверка алгоритма создает дополнительный инструмент настройки систем искусственного интеллекта, в том числе , таких как нейросетевые алгоритмы, корректировки их работы, добавляя в такие системы элементы самообучаемости и самоприспособляемости к поступающей в них информации. Последнее открывает возможность для создания аппаратных и программных систем, обладающих необходимыми качествами адаптивного поведения [3], таких как самосознание, саморазвитие, самоприспособляемость.

Метод проектирования предполагает использование в качестве основных алгоритмов направленного перебора, при которых последующее решение формируется на основе предыдущего с добавлением недостающих преобразователей вещества, энергии или информации, согласно гомологическим рядом технических элементов.

Важным является выбор критериев оптимальности. Эти критерии строятся по мультипликативной схеме и отражают основное назначение системы. Базовым компонентом критериев является компонент, отражающий вероятностные характеристики нажежности выполнения системой заданных функций по выбранной стратегии принятия управленческих решений.

Внедрение предлагаемого подхода в область систем искусственного интеллекта, принятия решений в условиях неполноты исходных данных, разработки компьютерных игр (для формирования адаптивного поведения персонажей) позволит повысить эксплуатационные характеристики применяемой интеллектуальной техники.

Литература. **1.** Талбот Майкл. Голографическая Вселенная / Перев. с англ. – М.: Издательский дом «София», 2004. – 368 с. ISBN 5-9550-0482-3. **2.** Рассел С. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд..Пер. с англ. / С.Рассел, П.Норвиг. – М: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1408 с. **3.** У. Росс Эшби Конструкция мозга. Происхождение адаптивного поведения. Под. ред. П.К. Анохина и В.А.Шидловского, М.: Издательство иностранной литературы, 1962 г. **4.** Плохотников К.Э. Псифизика: к теории взаимодействия оператора с устройством, математическая модель. – Перепринт. – М.: Диалог-МГУ, 2000 **5.** Тернюк Н.Э. Система периодических систем элементов видимого материального мира./ Сучасні проблеми науки та освіти: матеріали 15-ї Міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції 30 квітня – 9 травня 2011, м. Алушта.-Харків, «Українська асоціація «Жінки в науці та освіті». Харківський нац. ун-т ім. В.Н.Каразіна. 2011, - С. 11-22.

Сидорук І.А., Зайченко Ю.П.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Задача оптимізації інвестиційного портфеля з використанням результатів прогнозування НМГУА

Ефективні рішення про інвестування базуються на добре організованій інформації, яка може забезпечити глибоку і всебічну оцінку. Відсутність необхідної інформації про ситуацію на фондовому ринку і суміжних з ним галузях економіки, а також адекватної її обробки, є однією з найгостріших проблем розвитку ринку цінних паперів та інтенсивної інвестиційної діяльності. В зв'язку з потребою в боротьбі з невизначеністю, в роботі застосовується нечітко-множинний підхід, де:

- ризик портфеля – це не його волатильність, а можливість того, що очікувана прибутковість портфеля виявиться нижчою за деяку встановлену планову величину;
- кореляція активів в портфелі не розглядається і не враховується;
- прибутковість кожного активу – це невипадкове нечітке число (наприклад, трикутного або інтервального виду). Аналогічно, обмеження на дуже низький рівень прибутковості може бути як звичайним скалярним, так і нечітким числом довільного виду [1].

В попередніх дослідженнях було наведено пряму задачу оптимізації з використанням різних функцій приналежності [2], двоїсту та багатокритеріальну [3]. З метою вдосконалення існуючої системи було використано НМГУА, який дозволяє спрогнозувати прибутковість компонент портфеля у вигляді нечітких чисел, і на основі отриманих результатів, скориставшись методами оптимізації, побудувати оптимальний портфель. Вибір НМГУА для прогнозування був зумовлений його основними перевагами:

- метод не потребує задання моделі в явному вигляді, модель конструюється сама в процесі роботи алгоритму;
- метод працює на коротких вибірках;
- отримання прогнозу в вигляді нечітких чисел, що дозволяє врахувати невизначеність при прогнозуванні.

Завдяки використанню результатів прогнозування НМГУА систему вдалося позбавити ризику суб'єктивності експертів. Адже саме експертна оцінка використовувалась раніше для визначення інтервалу прибутковості компонент портфеля, що виступає вхідними даними для системи оптимізації портфеля. Крім того, стало можливим визначення оптимального портфеля в момент часу в майбутньому.

Таким чином, в роботі продовжено дослідження в області управління інвестиційною діяльністю з використанням якісно нового нечітко-множинного підходу. На основі досліджених методів було створено систему, яка не тільки автоматизує пошук оптимального портфеля, а й забезпечує гнучке та ефективне управління портфельними інвестиціями.

В майбутніх дослідженнях планується вдосконалити існуючу систему механізмом визначення оптимального портфеля на заданому проміжку часу.

Література. **1.** Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах: учебное пособие [для студентов высших учебных заведений] – К.: Слово, 2008. – С.341. – Библиогр.: с. 334–342. – ISBN 978-966-8407-79-6 **2.** Використання нечітко-множинного підходу з різними функціями приналежності для формування оптимального інвестиційного портфеля: матеріали міжнар. наук. конф. ISDMCI'2010, (Херсон, 17–21 трав. 2010 р.) / М-во освіти і науки, молоді та спорту України [та ін.]. – Х.: ХНТУ, 2010. – С.394–398. – Бібліогр. в кінці доп. **3.** Пряма та багатокритеріальна задачі оптимізації інвестиційного портфеля в умовах невизначеності: матеріали IV Всеукр. науково-практичної конф. ІТІА-2011, (Одеса, 12–14 жовтня 2011р.) / М-во освіти і науки, молоді та спорту України. – О.: ОНАПТ, 2011. – 51 с. – Бібліогр. в кінці доп.

Станкевич О.А. *— рецензент Тимошук О.Л.*
ТОВ зі 100-процентним іноземним капіталом "СМК", Київ, Україна; НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для формування тестової множини

Автоматизоване тестування є одним з найважливіших аспектів забезпечення якості програмних продуктів. На сьогодні розробка тестів більшою мірою залежить від досвіду та навичок спеціаліста з якості програмного забезпечення (ПЗ), оскільки засоби автоматизованого тестування можуть працювати тільки з попередньо складеними тест-кейсами. Такий підхід має ряд негативних рис: (1) - Оцінювання очікуваних результатів тест-кейсів людиною може бути досить складним та довгим процесом; (2) - Недостатнє знання продукту або неповна документація можуть призводити до помилкових очікуваних результатів; (3) - В умовах обмеженого часу тестер може виконати тільки певну кількість тестів, отже кожен тест-кейс повинен бути обґрунтованим та не збитковим. Знаходження такої тестової множини в деяких ситуаціях є заскладним; (4) - При тестуванні нової версії продукту для формування очікуваних результатів часто доводиться відновлювати вимоги до ПЗ виходячи з вже існуючої системи. Ця ситуація виникає при частих випусках оновлень до ПО у той час, як документація вчасно не оновлюється.

В даній роботі пропонується методика використання інфо-нечітких мереж (Info-Fuzzy Network (IFN)) для аналізу входів та виходів програмного продукту, що підлягає тестуванню. IFN має деревоподібну структуру та складається з кореневого вузла, змінної кількості прихованих шарів (один шар для кожного вибраного вхідного параметра) та вихідного (цільового) вузла, що представляє можливі значення виходів системи. Кожному l-му прихованому шару мережі відповідає кон'юнкція значень перших l вхідних параметрів, що нагадує внутрішній вузол звичайного дерева рішень. Кожен вихідний вузол асоціюється зі значенням (або класом значень) в області визначення вихідного значення. Проста мережа на рис.1 має два приховані шари та три вихідні вузли.

За допомогою випадкового генератора тестів, базуючись на специфікації до програмного продукту, генеруються набори вхідних пареметрів до системи. Ці значення надсилаються до вже існуючої версії програмного продукту (так званого, «золотого зразка»), а отримані виходи зберігаються, і формують собою відповідні очікувані результати для майбутніх тест-кейсів.

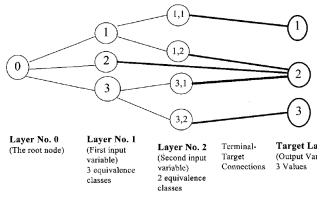


Рис. 1. Приклад структури інфо-нечіткої мережі

Згенерована навчальна вибірка передається до IFN-алгоритму, після чого буде встановлено, які є зв'язки між значеннями входів та виходів системи. Як результат, отримуємо правила, що будуть аналогом вимог до програмного продукту, а також допоможуть сформувати вичерпну та не збиткову тестову множину для регресійних тестів.

Запропонована методика демонструється на програмному продукті, однією з функцій якого є кодування даних за допомогою 18 типів штрих-кодів та розміщення штрих-кодів на наліплювальних ярликах. Кожен штрих-код має свої обмеження на допустимі символи, розмір даних, а також може не вміщуватись на обраний ярлик. За допомогою описаної методики формуються логічні правила (if ... then ...), що відображають зв'язки між вхідними даними для кодування та виходами системи. В даному випадку можливі такі варіанти виходів системи:

1. Дані успішно закодовані та штих-код відображається на ярлику.
2. Введено недопустимі дані, відображається інформація про відповідну помилку.
3. Штрих-код не вміщується на ярлик, відображається відповідне повідомлення.

Дані для навчальної та перевірочної вибірки генеруються за допомогою спеціально написаного скрипта, що дозволяє значно прискорити процес збору даних. Отримані за допомогою представленої методики результати будуть представлені на доповіді.

Татаринов Е.А.
Институт прикладной математики и механики НАН Украины, Донецк, Украина

О сложности восстановления графов

Анализируются композиции графов из компонент. Композиции представлены правильными и неправильными сочленениями. Предлагается способ и формулы для подсчета верхней оценки сложности восстановления результирующего графа, по известным верхним оценкам сложности восстановления его компонент. Полученные формулы обобщают формулы, полученные ранее для частных видов графов квазиколец и квазициклов.

Рассматривается задача полного восстановления неизвестного графа при помощи блуждающего по нему агента [1]. В данной работе предложен новый способ подсчета верхней оценки сложности восстановления графа, при этом предполагается что агент использует для восстановления алгоритмы предложенные в [2-5]. Этот способ заключается в том, что рассматривается композиция графов из компонент, для которых верхние оценки сложности уже известны. Эти композиции делятся на правильные и неправильные сочленения. Исследуются изменения сложности восстановления результирующего графа в зависимости от характера композиции. Даются формулы подсчета сложности для правильных и неправильных сочленений графов. Эти формулы являются обобщением соответствующих формул из [4,6] полученных для частных видов графов квазидеревьев и квазиколец.

Правильные и неправильные сочленения. Правильным сочленением $G = G_1 \odot G_2$ будем называть такое преобразование, что в результате получается граф G, в котором нет циклов, ребра которых принадлежат обоим компонентам G_1 и G_2. В случае, когда $G_1 = G_2$, будем рассматривать только те случаи, когда результирующий граф отличается от исходного. Т.е., в результате преобразования граф изменился. При этом сочленение будет правильным, если не образуются новые циклы в результирующем графе. Графы G_1 и G_2 будем называть компонентами результирующего графа G.

Неправильным сочленением $G = G_1 \otimes G_2$ будем называть такое преобразование, что в результате получается граф G, в котором есть хотя бы один цикл, ребра которого принадлежат обоим компонентам G_1 и G_2. В случае, когда $G_1 = G_2$, будем рассматривать только те случаи, когда результирующий граф отличается от исходного. Т.е., в результате преобразования граф изменился. При этом сочленение будет неправильным, если образуются новые циклы в результирующем графе.

Свойства правильных и неправлиьных сочленений сформулируем ввиде следующих утверждений.Обозначим K – класс простых, неориентированных, связных графов и Граф $G(V,E) \in K$. Обозначать $T^*(n)$ верхнюю оценку временной сложности выполнения алгоритма. Будем говорить, что граф G принадлежит классу M_c^p, если он восстанавливается агентом с использованием p – камней и c – красок.

Утверждение 1. Пусть $G_k \in K$, $k = 1,..,i$ и $G = G_1 \odot G_2 \odot .. \odot G_{i-1} \odot G_i$ тогда $T^*(G) \leqslant \sum_{k=1}^{i} T^*(G_k) + \sum_{k=1}^{i-1} \alpha_{k,0}^*$, где $\alpha_{k,0}^*$, $k = 1,..,i-1$, – количество шагов, которое необходимо для восстановления вершин и ребер, добавленных в результирующий граф, и которые не содержатся в его компонентах G_k и G_{k+1}.

Заметим, что, если $G = G_1 \odot G_1 \odot .. \odot G_1 \odot G_1$, где в правильном сочленении участвуют i графов G_1, то $T^*(G) \leqslant T^*(G_1) + (i-1)\,\alpha_0^*$.

Утверждение 2. Пусть $G_k \in K$, $k = 1,..,i$ и $G = G_1 \otimes G_2 \otimes .. \otimes G_{i-1} \otimes G_i$ тогда $T^*(G) \leqslant \sum_{k=1}^{i} T^*(G_k) + \sum_{k=1}^{i-1} \left(\alpha_{k,0}^* + \beta_{k,0}^*\right)$, где $\alpha_{k,0}^*$, $k = 1,..,i-1$, – количество шагов, которое необходимо для восстановления вершин и ребер, добавленных в результирующий граф, и которые не содержатся в его компонентах G_k и G_{k+1}, а $\beta_{k,0}^*$, $k = 1,..,i-1$, – количество шагов, которое необходимо для восстановления новых циклов в G, ребра которых содержатся одновременно в обоих компонентах G_k и G_{k+1}.

Заметим, что, если $G = G_1 \otimes G_1 \otimes .. \otimes G_1 \otimes G_1$, где в неправильном сочленении участвуют

i графов G_1, то $T^*(G) \leqslant T^*(G_1) + (i-1)(\alpha_0^* + \beta_0^*)$.

Утверждение 3. Пусть $G_k \in M_c^{p_k}$, $k = 1,..,i$ и $G = G_1 \odot G_2 \odot .. \odot G_{i-1} \odot G_i$, тогда $G \in M_c^p$, где $p \leqslant \sum_{k=1}^{i} p_k + \sum_{k=1}^{i-1} \alpha_{k,1}^*$, и $\alpha_{k,1}^*$, $k = 1,..,i-1$, – количество камней, которое необходимо для восстановления вершин и ребер, которые были добавлены в результирующий граф G, и которые не содержатся в обоих компонентах G_k и G_{k+1}.

Заметим, что, если $G = G_1 \odot G_1 \odot .. \odot G_1 \odot G_1$, $G_1 \in M_c^{p_1}$, где в правильном сочленении участвуют i графов G_1, то $G \in M_c^p$, где $p \leqslant p_1 + (i-1)\alpha_1^*$.

Утверждение 4. Пусть $G_1 \in M_c^{p_1}$, $G_2 \in M_c^{p_2}$ и $G = G_1 \otimes G_2$, тогда $G \in M_c^p$, где $p \leqslant p_1 + p_2 + \alpha_1^* + \beta_1^*$, где α_1^* – количество камней, которое необходимо для восстановления вершин и ребер, которые были добавлены в результирующий граф G, и которые не содержатся в обоих компонентах G_1 и G_2, а β_1^* – количество камней, которое необходимо для восстановления новых циклов в G, ребра которых содержатся одновременно в обоих компонентах G_1 и G_2.

Утверждение 5. Пусть $G_k \in M_{c_k}^{p_k}$, $k = 1,..,i$ и $G = G_1 \otimes G_2 \otimes .. \otimes G_{i-1} \otimes G_i$, тогда $G \in M_c^p$, где $p \leqslant \sum_{k=1}^{i} p_k + \sum_{k=1}^{i-1} \beta_{k,1}^*$, где $\beta_{k,1}^*$, $k = 1,..,i-1$, – количество камней, которое необходимо для восстановления новых циклов в G, ребра которых содержатся одновременно в обоих компонентах G_k и G_{k+1}.

Замети, что, если $G = G_1 \otimes G_1 .. G_1 \otimes G_1$, $G_1 \in M_c^{p_1}$, где в правильном сочленении участвуют i графов G_1, то $G \in M_c^p$, где $p \leqslant p_1 + (i-1)(\alpha_1^* + \beta_1^*)$.

Утверждение 6. Удаление ребра из графа $G \in K$ дает правильное сочленение.

Утверждение 7. Добавление ребра в граф $G \in K$ или соединение ребром двух вершин графов $G_1, G_2 \in K$, может дать как правильное сочленение, так и неправильное.

Теорема 1. Любая операция Δ, которая не выводит результирующий граф из класса K, может быть представлена в виде последовательного применения правильных и неправильных сочленений к множеству графов $G_1, G_2, .., G_i \in K$.

Следствие. Пусть $G \in K$, тогда $T^*(G) \leqslant \sum_{k=1}^{i} T^*(G_k') + \sum_{k=1}^{i-1} \left(\alpha_{k,0}^* + \beta_{k,0}^*\right)$, где $G_1', G_2', .., G_i' \in K$ и $G \in M_c^p$, где $G_k' \in M_c^{p_k}$, $k = 1,..,i$ и $p \leqslant \sum_{k=1}^{i} p_k + \sum_{k=1}^{i-1} \left(\alpha_{k,1}^* + \beta_{k,1}^*\right)$, при этом, если компоненты G_k и G_{k+1} дают правильное сочленение и $\beta_{k,l}^* = 0$.

Выводы. В работе предложены правильные и неправильные сочленения графов - компонент. Подсчитывается верхняя оценка сложности восстановления результирующего графа, по известным верхним оценкам сложности восстановления компонент, при достаточно широких предположениях о свойствах сочленения.

Литература. **1.** Dudek G., Jenkin M. Computational principles of mobile robotic // Cambridge Univ. Press. –2000 – 280 p. **2.** Татаринов Е. А. М – нумерация, как метод распознавания графов //Збірник наукових праць "Питання прикладної математики і математичного моделювання". – Дніпропетровськ: Вид. Дніпр. нац. ун-та, – 2010. – С.260-272. **3.** Грунский И. С. , Татаринов Е. А. Распознавание конечного графа блуждающим по нему агентом // Вестник Донецкого университета. Серия А. Естественные науки, – 2009. Вып. 1. – С.492-497. **4.** Татаринов Е. А. Базовый алгоритм восстановления графа // Труды ИПММ НАН Украины. – 2010. – Т. 21. – С.492-497. **5.** Татаринов Е. А. Восстановление графа при помощи камней //Збірник наукових праць "Питання прикладної математики і математичного моделювання". – Дніпропетровськ: Вид. Дніпр. нац. ун-та, – 2011. – С.232-255. **6.** Татаринов Е. А. Сложность восстановления графов, являющихся квазикольцами и квазидеревьями // Труды ИПММ НАН Украины. – 2011. – Т. 23. – С.202-212.

Фабричева Е.В., Подладчиков В.Н.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Применение методики Пирсона для нахождения законов распределения характеристик корональных выбросов массы на Солнце

Корональные выбросы масс (КВМ) на Солнце рассматриваются как крупномасштабные события, которые приводят к существенному влиянию космической погоды на Землю. Наиболее ярко КВМ представляют себя через димминги - области пониженной интенсивности мягкого рентгеновского и крайнего УФ - излучения со временем жизни от нескольких часов до суток. Димминги образуются в окрестности центра эрупции при выбросе и могут также наблюдаться на значительной части поверхности Солнца и вблизи нее [1].

Знание статистических свойств параметров КВМ - это шаг вперед в решении задачи прогнозирования и анализа космической погоды. Поскольку КВМ могут предшествовать магнитным бурям, нарушениям в работе электрооборудования, ухудшению условий распространения радиоволн и т.п., эта задача является крайне важной и актуальной.

В физике Солнца, принято для аппроксимации функций плотности вероятности редких и энергичных вспышек (в том числе микро-вспышек) применять комбинации степенных законов с разными показателями. Однако, как известно, трудно, установить соответствие распределения степенного закона, например, его довольно часто не легко отличить от экспоненциального при больших значениях аргумента. Обеспечение надежного аппроксимирующего распределения имеет важное значение для прогнозирования и сравнения с теориями и моделями [2].

В данной работе предлагается использовать методику Пирсона для нахождения законов распределения основных характеристик КВМ.

В методике Пирсона классификация распределения выполняется согласно его первых четырех моментов, каждый класс соответствует известным распределениям. От каждого класса могут быть получены аналитические функции плотности распределения, а их согласованность с эмпирическим распределением можно проверить стандартным критериям согласия [3]. Хотя этот метод не получил широкого распространения в сообществе Солнечной физики, мы показали, что он может быть крайне полезным для решения задач исследования солнечной активности.

Одними из важнейших параметров для прогнозирования солнечной погоды являются:

1. продолжительность события (КВМ) - дает возможность оценить длительность воздействия солнечной активности на Землю, орбитальные станции и др.;
2. промежуток времени между началами событий - дает возможность прогнозирования следующего события;
3. максимальная площадь димминга - появляется возможность прогнозирования масштаба КВМ (чем сильнее КВМ, тем больше область димминга).

По данным из каталога EIT-волн и эруптивных диммингов [4] были сформированы выборки этих параметров. К каждой из них применили методику Пирсона. В результате были получены следующие законы распределения для основных характеристик КВМ: продолжительность события имеет бета-распределение второго рода, промежуток времени между началами событий распределен по гамма-распределению, а максимальная площадь димминга - по бета-распределению второго рода.

Литература. **1.** Черток И. М. Крупномасштабные канализированные димминги, вызываемые корональными выбросами массы на солнце/ И.М. Черток, В.В. Гречнев // Астрономический журнал. – 2003. – Т. 80. – Вип. 2. – С. 162–174. **2.** Podladchikova O. Classification of probability densities on the basis of Pearson's curves with application to coronal heating simulations / O. Podldchikova, B. Lefebvre, V. Krasnoselskikh, V. Podladchikov // Nonlinear Processes in Geophysics. – 2003. – Vol.10. – P.323–333. **3.** Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. – 2-е изд., перераб. и доп.– М: Радио и связь, 1982. – 624с. **4.** Eit waves and eruptive dimmings catalog [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sidc.oma.be/nemo/catalog/

***Чорноус Г.О.*[1], *Лебідь Д.О.*[2]**

[1]*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна;* [2]*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна*

Застосування інтелектуальних алгоритмів для підтримки прийняття рішень в комерційному банку

У сучасних великих та середніх комерційних банках прийняття управлінських рішень реалізується за допомогою систем підтримки прийняття рішень (СППР).

Найважливішими практичними *функціями* [1] СППР є обробка та агрегування даних з метою надання корисної та своєчасної бізнес-інформації; побудова електронних звітів на щоденній основі з можливостями змінювати представлення даних у режимі реального часу; моделювання та прогнозування бізнес-процесів.

Оскільки СППР впроваджують у банках уже досить тривалий час, методи та алгоритми аналізу даних є достатньо добре розробленими та протестованими щоденною практикою. Втім відомо, що СППР потребують вхідних даних високої якості. Більшість СППР працюють в першу чергу з кількісними даними, такими як залишки на рахунках, курси валют тощо, та чітко структурованими довідниками.

Для розв'язання задач підтримки прийняття рішень, таких як реалізація запитів бізнес-користувачів на отримання інформації із системи, СППР на вході отримують структурований запит, і, використовуючи внутрішню модель представлення даних, видають необхідну інформацію. В більшості випадків між бізнес-користувачем та СППР виникає потреба в роботі аналітика, що трансформує запити з «мови бізнесу» у програмний код для системи.

Метою даного дослідження стала розробка інтелектуальних алгоритмів аналізу вхідних даних задачі підтримки прийняття рішень для автоматизації процесу трансформації бізнес-запитів у вигляд, зрозумілий СППР.

До *основних методів* побудови таких алгоритмів відносять методи моделювання на основі штучного інтелекту (зокрема, проведення аналогій, співставлень та самонавчання) та методи лексико-семантичного аналізу вхідної неструктурованої та слабкоструктурованої інформації.

Пропонується процес виконання задачі розбити на наступні узагальнені кроки:

1. Отримання вхідного запиту від бізнес-користувача.
2. Розбір та аналіз запиту, співставлення з моделлю даних.
3. Формування виконавчої програми мовою запиту для СППР.
4. Виконання запиту на базі даних (відбір даних, перетворення, агрегація і т.д.).
5. Форматування результатів та надання їх бізнес-користувачу.
6. Донавчання системи та поповнення бази знань.

При цьому використовуються наступні можливості *методів штучного інтелекту* [3]: евристичне конструювання виконавчих програм; використання припущень, аналогій та співставлень при аналізі запитів; створення та поповнення бази знань.

До особливостей побудови *алгоритмів лексико-семантичного розбору* [2] запитів, використаних для розв'язання завдання, відносяться аналіз як кількісної, так і вербальної інформації; множинність інтерпретацій; використання системи правил та обмежень; співставлення розібраних запитів із моделлю даних.

Результатом роботи є створення та впровадження інтелектуальних алгоритмів аналізу вхідних запитів в СППР комерційного банку. Удосконалена система еволюціонує у часі завдяки донавчанню під час виконання задач, а також автоматизує процес перетворення бізнес-запитів у мову, зрозумілу СППР, та ініціює надання необхідних даних зі сховища даних.

Література. **1.** Discovering knowledge in data: an introduction to data Mining / Daniel T. // APWeb. – 2001 – №23, – P. 212–220. **2.** Никитин М.В. Курс лингвистической семантики. – С-Пб., 1997. – 754 с. **3.** Чубукова И. А. DataMining: учеб. пособие / И. А. Чубукова – М.: Интернет-ун-т информац. технологий: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2006. – 382 с.

Шабетя А.А., Парис Ю.П. *— рецензент Мурга А.Н.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Создание СППР на предприятиях по производству ответственных изделий из стекла

В XXI веке возрастает роль стекла как ответственного конструкционного материала. Возрастают также требования, предъявляемые к изделиям из стекла, применяемым в авиастроении, на железнодорожном и водном транспорте, что связано с ужесточением условий эксплуатации – увеличением высоты полетов самолетов, повышением скорости локомотивов, необходимостью повышения безопасности и т.д. При создании оригинальных архитектурных сооружений стекло все шире применяется для создания несущих элементов, что не только значительно удешевляет стоимость проектов, но и придает зданиям особую оригинальность и эргономичность. Производство изделий из стекла является важной частью таких отраслей как транспортное машиностроение; строительство и архитектура.

Для разработки СППР, которая помогает спланировать производство стеклянных элементов целесообразно сформировать иерархию целей, которая включает следующие элементы: повышение конкурентоспособности предприятия; повышение ресурса изделий; минимизация затрат труда, времени, денег на материалы и оборудование; расширение сегмента рынка; максимизация прибыли; укрепление имиджа предприятия; улучшение эргономических и эстетических показателей продукции.

Для достижения обозначенных целей лицо, принимающее решение (ЛПР) должно решить ряд задач:

- Выбор вида изделия и его потребителя. Альтернативами здесь выступают остекление кабин пилотов самолетов и вертолетов гражданской и военной авиации; элементы остекления судов; остекление кабин локомотивов, стеклопакеты, в том числе энергосберегающие; элементы стеклянных строительных конструкций, в том числе несущие. Здесь необходимо осуществить прогноз спроса на различные виды продукции, решить задачу оптимизации о получении максимальной прибыли в зависимости от состава продукции.
- С выбором вида изделия связан выбор исходного сырья. Альтернативами здесь является стекло различных производителей, элементы обрамления, адгезивы различных видов. При этом необходимо решить задачу о минимизации затрат и оптимальном уровне исходных характеристик сырья: прочность при стандартных испытаниях, адгезионная прочность, прозрачность и т.п.
- Решается также задача оптимальной конструкции стеклоизделия: выбирается количество слоев листов стекла в конструкци, толщина листов стекла и адгезива, комбинация листов различной толщины в изделии, кривизна и линейные размеры секляного блока. Тут также возникает задача о достижении необходимого уровня показателей работоспособности в зависимости от конструкционных параметров стеклоэлемента.
- Для прогнозирования поведения потребителя, спроса, объёмов продаж, контроля качества и оценки свойств выпускаемой продукции. Для помощи ЛПР в принятии решений используются нейросетевые модели. В связи с большой вычислительной сложностью для используется алгоритм обратного распространения ошибки (Back Propagation).

Таким образом, ясно, что необходимость учета большого количества данных создает значительную информационную сложность для лица принимающего решения, а число возможных решений (альтернатив) весьма велико. Решения, принимаемые на отечественных предприятиях по созданию ответственных изделий из стекла, как правило, носят эмпирический характер и зачастую основаны на устаревшем опыте. Это обуславливает необходимость создания СППР в области производства технического стекла, проект которой и будет представлен в докладе.

Литература. 1. Уринцов А.И. Дик В.В. Системы поддержки принятия решений. – М.: МЭСИ, 2008. – 230 с. Авиационное остекление – Спецтехстекло А доступ: http://www.aviaglass.com/

Шевченко Е.А., Ручкин К.А.
Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

Адаптивный алгоритм Кенни для задачи распознавания ладони на сложных цветных изображениях

Задача построения систем автоматического распознавания и интерпретации жестов является актуальной задачей, которая привлекала и привлекает внимание многих исследователей, например, таких как Крак Ю.В., Кривонос Ю.В., Нюнькин К.М., Canny J.и др. [1-2]. Результаты, которые полученные в этом направлении, позволяют строить различные сложные технические приложения. Однако часто, качество распознавания в этих приложениях напрямую зависит от фона и помех. Изображения, образованные разными системами, могут существенно искажаться под действием помех, что усложняет их автоматическую обработку. Особенно это характерно для задачи распознавания ладони, т.к. за частую ее цвет совпадает с цветом фона или его отдельных элементов. Чтобы убрать шум и лишние детали из изображения, выделяют границы объекта на изображении. Для этого используют различные граничные алгоритмы, например, классический алгоритм Кенни. Однако это не всегда приводит к адекватным результатам.

В работе проводится исследование и усовершенствование существующих граничных методов для распознавания ладони на сложных цветных изображениях. Для решения этой задачи в данной работе предлагается использовать адаптивный алгоритм выделения границ Кенни. Адаптация происходит на основе информации о значении энергии градиента изображения. Суть этого алгоритма заключается, что если градиент слабый, то его нужно усилить, если градиент сильный, то усиление должно быть минимальным. Усиление происходит за счет использования изотропных операторов с различными коэффициентами на этапе построения силы границ в классическом алгоритме Кенни.

Классический алгоритм Кенни [3] в большинстве случаев использует градиентный метод выделения границ Собеля[4]. Исследование операторов Превитта, Собеля, Фрей-Чена, Щарра свидетельствуют, что усиление карты границ происходит, в зависимости от значения центрального коэффициента. Для Превитта это 1, для Фрей-Чена корень (2), для Собеля 2, Щарра 10. Чем больше этот коэффициент, тем сильнее выделяется предел. Однако вместе с выделением границ - выделяются и шумы (ложные границы объекта) – что особенно характерно при выделении ладони руки человека. Выбор оператора усиления градиента происходит с помощью введенной меры, которая зависит от исходного изображения, от его контрастности, от цвета выделяемого изображения и цвета фоновых картинок. Например, если цвет фоновых объектов, перед которыми находится ладонь - близка к цвету ладони - желтый, то выбирается оператор с наибольшим коэффициентом - оператор Щарра. Если цвет фоновых объектов перед которыми находиться ладонь - отличается от цвета ладони - синий, то выбирается оператор с наименьшим коэффициентом - Превитта. Такой подход позволяет значительно повысить качество распознавания ладони на сложных цветных изображениях.

Литература. **1.** Крак Ю.В., Шкильнюк Д.В. Технология распознавания элементов дактильно-жестового языка / Крак Ю.В., Шкильнюк Д.В. / / Искусственный интеллект. - 2009. - № 3. - С. 564-572. **2.** Нюнькин К.М. Распознавание криволинейных жестов // Искусственный интеллект. – 2003. – № 4. – С. 230-236. **3.** John Canny “A Computational Approach to Edge Detection” // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence / 8(6):679-698.- Nov. 1986. **4.** Шевченко Е.А. Распознавание кисти руки (ладони) на сложных цветных изображениях / Шевченко Е.А., Ручкин К.А. // Математическое и пограммное обеспечение интеллектуальных систем: тезисы докладов X Международной научно-практической конференции (MPZIS-2012) / Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара. - Днепропетровск, 2012. - С. 330-331

Шелест А.В., ***Карпенко Д.И.*** — *рецензент Мурга А.Н.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Система поддержки принятия решения относительно выбора рациональной структуры питания

Сегодня человечество находится на пороге становления шестого технологического уклада, характеризующегося развитием таких направлений как: биотехнологии; нанотехнологии; проектирование живого; вложения в человека; новое природопользование; новая медицина; робототехника; высокие гуманитарные технологии; проектирование будущего и управление им; технологии сборки и разрушения социальных субъектов [1]. Одной из важных целей на данном этапе является обеспечение и поддержание качественно высокого уровня жизни человека, как отдельного элемента социума. В связи с этим, приоритетными задачами мировой общественности являются такие, как обеспечение безопасной экологической, социальной и экономической среды, удовлетворение каждого индивидуума необходимыми благами, поддержание здоровья человека.

Обеспечение высокого уровня жизни человека - сложная многопараметрическая, многокритериальная задача системного анализа, которая требует целостного подхода и использования междисциплинарных знаний, подходов и методов.

В рамках данной работы решается подзадача глобальной проблемы обеспечения высокого уровня жизни человека - выбор рациональной структуры питания с целью поддержания физического здоровья. Сложность данной задачи заключается в её слабой структурированности, принципиальной неформализуемости, необходимости применения междисциплинарных знаний, привлечении экспертов и использовании экспертных методов оценивания результатов, полученных в результате выполнения формальных алгоритмов.

При выборе рационального питания необходимо руководствоваться следующими принципами:

1-й принцип: энергетическая ценность получаемой пищи должна быть полностью адекватной затратам энергии организма, не превышая её, и не отставая значительно;

2-й принцип: правильное соответствие химического состава пищи реальным потребностям организма. Около семидесяти жизненно необходимых веществ организм каждого человека должен получать ежедневно;

3-й принцип: большое разнообразие видов продуктов, которое используется повседневно. Чем богаче набор продуктов, тем легче получить от питания все те необходимые вещества, в которых нуждается организм человека ежедневно;

4-й принцип: соблюдение определённого режима, в котором должна приниматься пища. Режим питания также должен соответствовать образу жизни и труда человека, в зависимости от возраста и ежедневной активности каждого.

В основе концепции рационального питания лежит идея о том, что питание призвано давать человеку все необходимые для полноценной активной жизнедеятельности компоненты и вещества, при этом продлевать активный период жизнедеятельности и укреплять здоровье человека.

Для решения данной проблемы была предложена система (Рис. 1), которую условно можно разделить на две части: формально описанную подсистему автоматического поиска Парето-оптимального множества рациональных структур питания и подсистему выбора оптимального элемента из этого множества с привлечением ЛПР (эксперта). Подсистема автоматического поиска множества рационов питания построена с применением методов структурной оптимизации задачи выбора, для решения которой использовался критериальный язык описания [2].

Критерии формулируются на каждом уровне иерархии системы поиска рационального питания и сформулированы в соответстви с исследованиями в этой области и запросами потенциальных пользователей системы. На данном этапе решается задача поиска всех структур

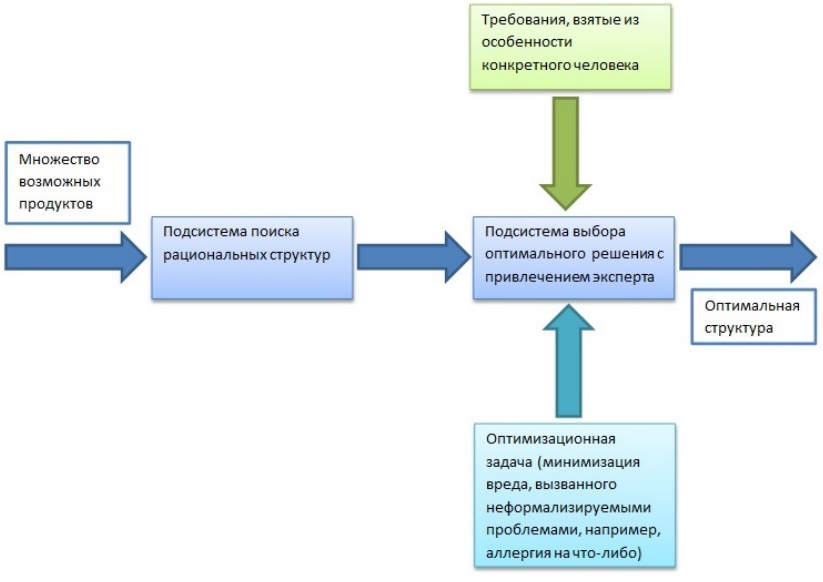


Рис. 1. Струтрутная схема системы поддержки принятия решений относительно выбора рациона питания.

рационов, удовлетворяющих следующим требованиям: 1-е требование: каждая стркутура должна соответсвовать построенной иерархии и включать элементы всех типов функциональных элементов на всех иерархических уровнях; 2-е требование: каждый функциональный элемент на каждом иерархическом уровне должен соответствовать критериям, сформулированным к соответствующему типу функциональных элементов (пример: функциональный элемент, принадлежащий типу «морепродукты» должен содержать определенное количество белков, каллорий и принадлежать определенной группе усваиваемости продуктов); 3-е требование: построенная структура должна удовлетворять требованиям, сформулированным ко всей структуре рациона в целом.

Очевидно, что данная подсистема не способна разрешить задачу выбора оптимальной структуры питания полностью, поскольку на этапе работы формально описанных алгоритмов с практической точки зрения невозможно учесть особенности и ньюансы каждого конкретного случая (неусваиваемость некоторых продуктов организмом, аллергические реакции и т.д.)

На следующем этапе возникает необходимость использовать возможности человека (эксперта) для разрешения вышеуказанных проблем, которые невозможно избежать посредством использования современной вычислительной техники.

Подсистема выбора оптимального решения с привлечением эксперта позволяет решить принципиально неформализируемую задачу выбора оптимального рациона из множества, полученного на предыдущем этапе. При этом учитываются критерии, связанные с особенностями человеческого организма, как правило, индивидуальными.

Литература. **1.** Полищук Р.Ф., Самоорганизующаяся критичность истории. XIII Вавиловские чтения “Глобализация. Глобалистика. Потенциалы и перспективы России в глобальном мире” – 27 августа 2009г., Марийский государственный технический университет. **2.** Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу. – К.: Видавнича група BHV, 2007. – 544 с.

Шовгун Н.В.

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Исследование эффективности нечетких нейронных сетей в задаче оценки кредитоспособности физических лиц

Для оценки кредитоспособности используются различные методы: генетические алгоритмы, деревья решений, статистические методы, нейронные сети. На оценку кредитосопособности заемщика влияет множество факторов, которые могут быть представленными как в числовом, так и в лингвистическом виде. Анализ кредитоспособности заемщика сопровождается детальным исследованием количественных и качественных характеристик заемщика. Подход на основе нечеткой логики дает возможность учесть эти характеристики заемщика, и работать с неопределенность, которая может присутствовать во входных данных.

В работе рассматривается подход к решению задачи на основе нечетких нейронных сетей. Исследуется эффективность нечтких нейронных сетей с выводом Мамдани и Сугено [1], каскадной нео-фаззи сети [2]. ННС с выводом Мамдани реализует нечеткий алгоритм логического вывода. ННС TSK основывается на нечетком алгоритме Сугенно, для которого выходное значение правил имеет вид: $y_k = p_{k0} + \sum_{j=1}^{N} p_{kj} x_j$. В рекуррентной ННС TSK [3] выходы каждого правила подаются на вход сети вместе с входным вектором, таким образом учитывается прошлое влияние каждого правила. Выходное значение правил имеет вид: $y_k = p_{k0} + \sum_{j=1}^{N} p_{kj} x_j + p_{kN+1} h_k$, где h_k - выход правила на прошлой итерации. В описанных методах параметры функций принадлежности переменных настраиваются в процессе обучения сети, поэтому нет необходимости в знаниях экспертов для настройки правил, необходимо только задать количество правил в базе знаний.

В каскадной нео-фаази сети в качестве узлов сети используется нео-фаззи нейрон. Параметры треугольной функции принадлежности (ФП), которая используется в нео-фаззи нейроне, задаются заранее, например с помощью дискретизации входных данных. В случае использования гауссовской ФП, для настройки параметров, предлагается использовать генетический алгоритм.

Для обучения сетей TSK можно использовать градиентный или генетический метод обучения сети. Параметры функций принадлежности всех правил и все параметры p_{kj} составляют особь популяции. В работе использовались колоколообразная и гауссовская ФП для ННС TSK и ННС с выводом Мамдани, число правил сети выбрано 5. Для каскадной нео-фаззи сети число каскадов ограничено 20. Одним из показателей качества классификации является процент ошибочных классификаций. ННС TSK с разными ФП дает почти одинаково хорошие результаты, хуже всего показал себя ННС с выводом Мамдани с колоколообразной ФП. Для сравнения времени выполнения задачи: обучения сети на тестовой выборке и расчет оценок на проверочной выборке – использовалось время работы процессора. Лучше всего показала себя каскадная нео-фаззи сеть, что объясняется меньшим количеством необходимых вычислений.

Для обучения параметров сети предлагается соединить генетический и градиентный методы обучения. На начальном этапе градиентным методом находится некий оптимум, который в дальнейшем используется в качестве начальной точки в градиентном алгоритме. Даный подход позволил уменьшить процент ошибочных классификаций на 3-5%. Также для сравнения разных методов использовались ROC-кривые методов. Лучше всего показала себя ННС TSK. Исходя из баланса между процентом неверных классификаций и временем выполнения задачи наиболее эффективной оказалась ННС TSK с генетическим методом обучения.

Литература. **1.** Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. – К.: Издательский дом «Слово», 2008. – 334с. **2.** Бодянский Е.В. Каскадная эволюционная нейронная сеть с нео-фаззи-нейронами в качестве узлов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Вып. 4/3 (52). – с. 55–58. **3.** C.F. Juang A TSK-type recuarrent fuzzy network for dynamic systems processing by neural network and genetic algorithms // IEEE transaction on fuzzy systems. – 2002. – Volume 10, № 4. – p. 155–169

Щелкалин В.Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Системный подход к синтезу класса моделей для прогнозирования взаимосвязанных нестационарных временных рядов

Главными требованиями к построению математических моделей в 70 – 90-е годы прошлого века, являлись: экономность по количеству оцениваемых параметров, скорость, трудоёмкость и ресурсоемкость процедуры идентификации модели для использования на доступных тогда ЭВМ малой производительности. В те годы наиболее широкое применение в задачах моделирования и прогнозирования процессов различной природы получили статистические (вероятностные) модели, среди которых наибольшее распространение получила модель авторегрессии - проинтегрированного скользящего среднего. Однако, современная вычислительная техника и методы математического моделирования предоставляют большие возможности для анализа, моделирования и прогнозирования процессов различной природы. Стремление получить точное представление прогнозной модели может привести к непомерным затратам, хотя при этом может быть получен очень точный предиктор. Возникает вопрос в каждой конкретной отрасли науки и техники: окупаются ли дополнительные усовершенствования модели по сравнению с упрощённым представлением? По-видимому, удовлетворительную точность можно получить и с помощью более простой модели. Традиционно начинали с упрощённой формы представления мат. модели и развивали её до достижения необходимого уровня точности прогнозирования [1].

В последние десятилетия наметилась тенденция критического отношения к статистической постановке проблемы идентификации процессов, особенно в случае, когда отсутствует возможность получения представительных выборок для построения мат. моделей, статистических характеристик процессов и проверки их адекватности. Кроме того, статистическая теория использует операции осреднения по множеству реализаций, что в целом ряде случаев приводит к ухудшению математической модели, особенно в условиях малых и нестационарных выборок [2–4]. В настоящее время эффективное моделирование сложных процессов предполагает использование различных приемов декомпозиции модели (рис. 1). Декомпозиция позволяет реализовать общую модель как совокупность иерархически взаимосвязанных более простых моделей разного уровня иерархии. Такая структура модели позволяет повысить точность и адекватность моделирования в случае многомерных, нелинейных и нестационарных процессов, упростить и повысить устойчивость процесса идентификации [2].

В качестве методов декомпозиции, методов построения признакового пространства или базисных функций могут применяться: метод группового учёта аргументов, метод «Гусеница»-SSA, декомпозиция по эмпирическим модам (ДЭМ), разложение по квазиортогональному базису окаймляющих функций [2], декомпозиционный метод моделирования (ДММ) [2]; нелинейный анализ главных компонент (NLPCA); многомасштабный анализ главных компонент (MPCA); вейвлет-пакетное преобразование; спектральное разложение и пр.

Также в модели в качестве дополнительных переменных могут вводиться значения мгновенных амплитуд A_t^i (в методе ДЭМ), вейвлет-коэффициенты (в методе MPCA), собственные значения корреляционной матрицы процесса U_t^i (в методе ДММ) (рис. 1) и пр.

Сложность выходной агрегирующей математической модели (рис. 1) зависит от сложности процессов в каждой конкретной области и может быть как обычным сумматором или регрессионной моделью (например, при моделировании радиосигналов), но обычно в качестве таких моделей выбираются нелинейные MIMO- или MISO-модели, такие как искусственные нейронные сети (например, при моделировании процессов потребления электроэнергии), полиномы Колмогорова-Габора и пр.

В [2] рассмотрены модели кластерного анализа и теории распознавания образов и утверждается, что построение моделей для каждого кластера реализации позволяет значительно уточнить моделирование процесса в целом. При этом основными задачами являются: постро-

ение признакового пространства или выбор признаков, наилучшим образом позволяющих различать кластеры; выбор правил определения принадлежности образа к тому или иному кластеру; выбор алгоритма автоматической кластеризации обучающей выборки для определения текущего числа кластеров (режимов) в выборке.

Одним из сложных этапов построения таких моделей является отбор конструктивных компонент, их задержек (лагов), задержек экзогенных и прогнозируемых временных рядов, а также структурная идентификация агрегирующей математической модели. Для решения этих задач наиболее эффективными являются методы, основанные на генетических, нейрогенетических алгоритмах. Однако эти методы затратные по времени, поэтому для решения этой проблемы также используются эвристические методы: метод группового учёта аргументов (МГУА), метод быстрого ортогонального поиска (FOS), метод наименьших углов (LARS) и пр.

Хотя по различным направлениям определения структуры прогнозной модели проведены разнообразные научные исследования, в совокупности накопленное научное знание о структурной идентификации явно недостаточно для формирования инженерных (т.е. методологических и математических) основ структурной идентификации, необходимых для эффективной интеллектуальной деятельности разработчика систем прогнозирования сложных процессов.

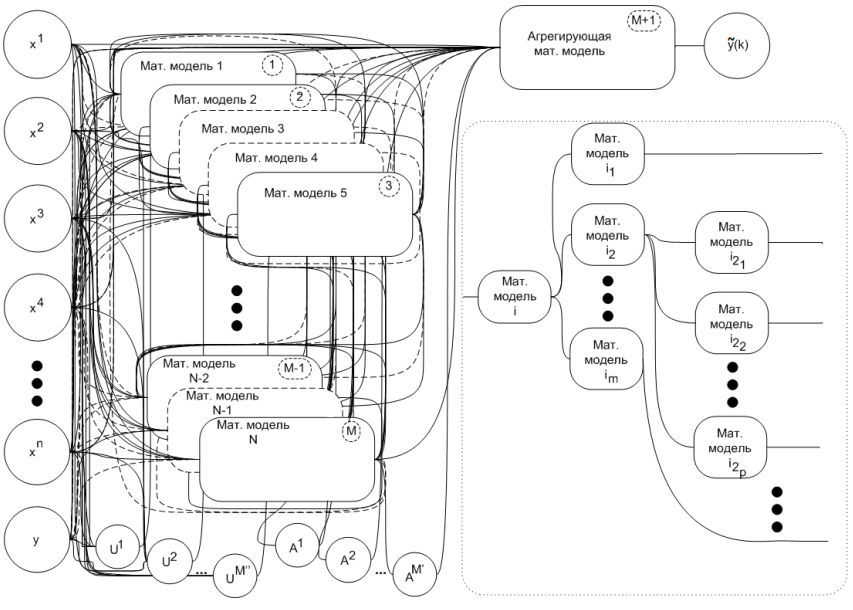


Рис. 1. Структурная схема декомпозиционных иерархических моделей прогнозирования взаимосвязанных нестационарных временных рядов

По аналогии с [5], опираясь на документы Р 50-54-104-88 и ГОСТ 34.601-90 можно указать стадии и этапы создания систем прогнозирования сложных процессов.

Таким образом, в настоящее время, благодаря развитию методов мат. моделирования и ЭВМ, и все более широкому применению декомпозиционных моделей (применение большинства из которых, как например ДЭМ, без строгих математических обоснований) для моделирования и прогнозирования сложных процессов, необходимы системные исследования проблемы структурной идентификации моделей прогнозирования взаимосвязанных нестационарных временных рядов.

Литература. **1.** Бэнн Д.В., Фармер Е.Д. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 200 с. **2.** Седов А.В. Моделирование объектов с дискретно-распределенными параметрами: декомпозиионный подход / А.В. Седов; Южный научный центр РАН. – М. : Наука, 2010. – 438 с. **3.** Тутубалин В.Н. Теория вероятностей и случайных процессов. Учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1992. – 400 с. **4.** Алимов Ю.И. Альтернативы методу математической статистики. М.: Знание, 1980. – 64 с. **5.** Гинсберг К.С. Концепция научного проектирования инженерного моделирования для слабо изученных объектов управления: новый подход к проблемам структурной идентификации // Труды IX Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления». – С 802 – 828.

This page was left blank intentionally

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Plenary talks

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

High Performance Computing and Microsystems Engineering

Progressive information technologies

3 High Performance Computing and Microsystems Engineering

Section 3

High Performance Computing and Microsystems Engineering

1. High performance computing: Supercomputing, distributed, cloud, Grid, and quantum computing, high performance systems and networks..
2. Microsystems engineering and design.

Секция 3

Высокопроизводительные вычисления и разработка микросистем

1. Высокопроизводительные вычисления: Суперкомпьютерные, распределенные, облачные, Грид- и квантовые вычисления, высокопроизводительные системы и сети..
2. Разработка и проектирование микросистем.

Секція 3

Високопродуктивні обчислення та розробка мікросистем

1. Високопродуктивні обчислення: Суперкомпьютерні, хмарні, Грід- та квантові обчислення, високопродуктивні системи та мережі..
2. Розробка та проектування мікросистем.

Skakun S. V.
Space Research Institute NASU-SSAU, Kyiv, Ukraine; National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

Earth observation and Sensor Web based information technologies for natural hazards risk assessment

Over last decades we have witnessed the upward global trend in natural disaster occurrence. Hydrological and meteorological disasters, such as floods and droughts, are the main contributors to this pattern. In recent years a risk-oriented approach for managing the risks of disasters has been adopted [1]. To enable flood risk assessment, corresponding flood hazard and flood risk maps should be developed. Flood risk is a function of two arguments: hazard probability and vulnerability [1]. In other words, risk is a mathematical expectation of vulnerability (consequences) function [2]. To assess flood risk, aggregation of heterogeneous data acquired from multiple sources is required.

Earth observation (EO) data can be effectively used for both hazard and vulnerability assessment. EO observations have the following advantages: human-independent information, continuous and repetitiveness observations in space and time, coverage of large areas, operational delivery of information. In order to assess hazard probability the following problems should be solved: disaster mapping, time-series of satellite data processing, modeling of extreme values, assimilation into models (e.g. meteorological, hydrological and hydraulics). Vulnerability assessment can be done by exploiting techniques of assets mapping from EO datasets. In order to enable operational disaster monitoring and risk assessment, appropriate information technologies are required to develop an infrastructure with standardized interfaces and services.

This paper presents several approaches on the use of EO data for flood and drought risk assessment, and Sensor Web technologies for operational disaster risk assessment [3]. For flood mapping, we propose to use synthetic-aperture radar (SAR) satellite images which are weather independent. Neural network approach is used for SAR image segmentation and classification [4]. Two approaches have been developed for flood hazard mapping from satellite imagery. The first approach exploits a time-series of Landsat TM/ETM+ images to estimate flood probability density. The second approach is targeted for event-specific flood hazard mapping. The proposed approach is based on our neural network method for flood mapping from SAR images. This method is extended in such a way so the output of the neural network is probabilistic showing a posteriori probability of the area being inundated.

Extreme value theory (EVT) is applied for drought hazard mapping for Ukraine. Vegetation health index (VHI) derived from polar-orbiting NOAA satellites at 16 km spatial resolution from 1981 to 2012 is used as a main variable [5,6]. The reason for selecting this vegetation index instead of others (e.g. NDVI) is that it directly relates to the classification of the droughts: abnormally dry conditions ($36 \leqslant VHI \leqslant 40$); moderate ($26 \leqslant VHI \leqslant 35$); severe ($16 \leqslant VHI \leqslant 25$); extreme ($6 \leqslant VHI \leqslant 15$); exceptional ($0 \leqslant VHI \leqslant 5$). A Poisson-GP (Generalized Pareto) model for VHI datasets is applied. It consists of a Poisson process for the occurrence of an exceedance of a high threshold and a generalized Pareto (GP) distribution for the excess over the threshold [7]. In order to relax assumption of independence of block maxima, we used cluster maxima below threshold of 40. To estimate parameters of the GP distribution we applied the method of probability weighted moments (PWM) that showed better performance on small samples than maximum likelihood (ML) [8].

SensorWeb is an emerging paradigm for integrating heterogeneous satellite and in situ sensors and data systems into a common informational infrastructure that produces products on demand [9]. The basic functionality required from such an infrastructure includes sensor discovery, triggering events by observed or predicted conditions, remote data access and processing capabilities to generate and deliver data products. Sensor Web is governed by the set of standards, called Sensor Web Enablement (SWE, http://www.opengeospatial.org/ogc/markets-technologies/swe), developed by the Open Geospatial Consortium (OGC). They include Observations & Measurements (O&M),

Sensor Model Language (SensorML), Transducer Model Language, Sensor Observations Service (SOS), Sensor Planning Service (SPS), Sensor Alert Service (SAS), and Web Notification Services (WNS).

A general framework of using Sensor Web based services for disaster monitoring and risk assessment is discussed. It presents the integrated use of different OpenGIS® specifications for the Sensor Web. The data from multiple sources (numerical models, remote sensing, in-situ observations) are accessed through the SOS service. An aggregator site is running the SAS service to notify interested organization about potential flood event using different communication means. The aggregator site is also sending orders to satellite receiving facilities using the SPS service to acquire new satellite imagery.

A case-study, namely the Namibia SensorWeb Pilot Project [3], exploiting this framework is described. The project was created as a testbed for evaluating and prototyping key technologies for rapid acquisition and distribution of data products for decision support systems to monitor floods and enable flood risk assessment. A project web site that provides general information on the Pilot was established, and is accessible at http://sensorweb.nasa.gov/NamibiaFlood.html. Near real-time products and a 2 year data product archive of the Pilot were integrated within the portal (Flood Dashboard) accessible at http://matsu.opencloudconsortium.org/namibiaflood. The system provides access to real-time products on rainfall estimates and flood potential forecast derived from the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) mission with lag time of 6 h, alerts from the Global Disaster Alert and Coordination System (GDACS) with lag time of 4 h, and the Coupled Routing and Excess STorage (CREST) model to generate alerts. These are alerts are used to trigger satellite observations. With deployed SPS service for NASA's EO-1 satellite it is possible to automatically task sensor with re-image capability of less 8 h. Therefore, with enabled computational and storage services provided by Grid and cloud infrastructure it was possible to generate flood maps within 24-48 h after trigger was alerted. To enable interoperability between system components and services OGC-compliant standards are utilized.

References. **1.** E. Mostert, and S.J. Junier, "The European flood risk directive: challenges for research," *Earth Syst. Sci. Discuss.*, vol. 6, no. 4, pp. 4961-4988, 2009. **2.** N. Kussul, *et al.*, "Disaster Risk Assessment Based on Heterogeneous Geospatial Information," *J. Autom. Inf. Sci.*, vol. 42, no. 12, pp. 32-45, 2010. **3.** N. Kussul, *et al.*, "Interoperable Infrastructure for Flood Monitoring: SensorWeb, Grid and Cloud," *IEEE J. Sel. Topics Appl. Earth Observ. Remote Sens.*, vol. 5, no. 6, pp. 1740-1745, Dec. 2012. **4.** N.N. Kussul, *et al.*, "Determination of inundated territories on the basis of integration of heterogeneous data," *J. Autom. Inf. Sci.*, vol. 39, no. 12, pp. 42-51, 2007. **5.** F. Kogan, "Global drought watch from space," *Bulletin American Meteorological Society*, 78, pp. 621–636, 1997. **6.** F. Kogan, "World droughts from AVHRR-based vegetation health indices," *EOS, Transaction of American Geophysical Union*, 83, pp. 557–564, 2002. **7.** M.R. Leadbetter, *et al.*, *Extremes and related properties of random sequences and processes*. New York: Springer, 1983. **8.** J.R.M. Hosking and J.R. Wallis, "Parameter and quantile estimation for the generalized Pareto distribution," *Technometrics*, 29, pp. 339–349, 1987. **9.** N. Kussul, *et al.*, "Grid and sensor web technologies for environmental monitoring," *Earth Sci. Inf.*, vol. 2, no. 1-2, pp. 37–51, 2009.

Волжева М.В., Кизуб Л.А.
Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, Киев, Украина

Веб-сервис анонимного доступа в Грид-хранилище для ЭКГ

Описание реализации анонимного доступа к данным электрокардиограмм в Grid-хранилище в рамках проекта Medgrid.

В рамках государственной научно-технической программы развития и внедрения Грид-технологий в Украине разрабатывается проект «Медгрид» [1], в котором предполагается накопление и обработка кардиограмм в масштабах популяции страны для решения ряда эпидемиологических задач.

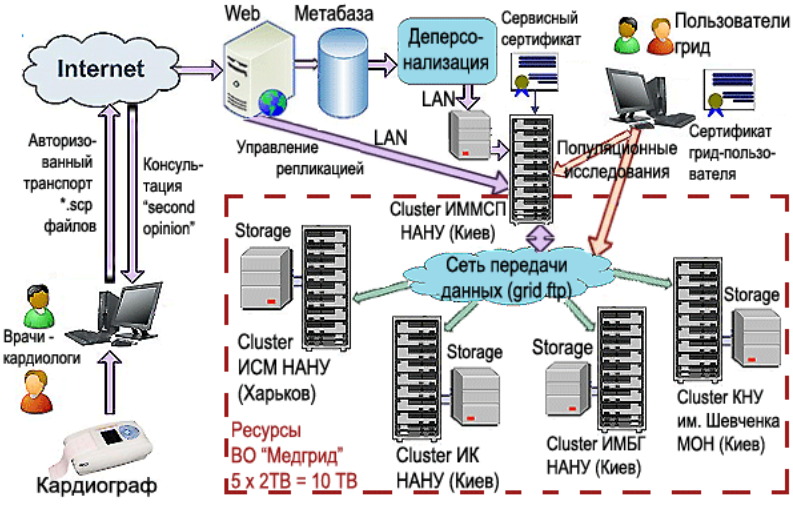


Рис. 1. Архитектура и текущие ресурсы ВО Медгрид

Информационным ресурсом для системы хранения данных, в основном, являются региональные телемедицинские кардиологические центры. От них кардиограммы поступают (посредством авторизованной транспортной программы) на ВЕБ-ресурс http://medgrid.immsp.kiev.ua, где проводится ее регистрация в метабазе, деперсонализация и последующая выгрузка в GRID-хранилище. После этого она становится доступной для зарегистрированных пользователей веб-ресурса и ВО «Медгрид».

Но в сфере медицинского обслуживания Украины на данный момент все еще активно и широко используется рудиментарная система бумажного документооборота. После снятия кардиограммы ее распечатывают на бумаге и вклеивают в карточку пациента. Электронная кардиограмма, по сути, утеряна, а полезность оставшейся на бумаге информации полностью зависит от компетентности врача, поскольку применить цифровые методы обработки кардиосигнала к рисунку на бумаге невозможно.

Поэтому была поставлена задача разработать анонимный доступ к хранящейся в GRID информации, позволяющий совместить бумажный и электронный документооборот таким образом, чтобы сохраненный цифровой кардиосигнал в дальнейшем был доступен для пациента и его лечащих врачей.

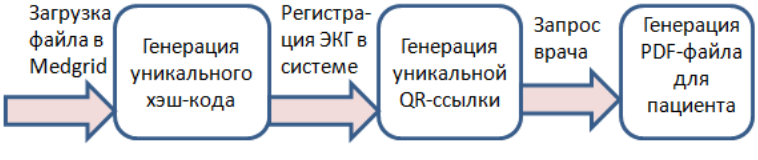


Рис. 2. Схема создания уникальной анонимной ссылки

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

На этапе загрузки на веб-сервер каждой кардиограмме присваивается хэш-код. Реализация функции получения хеш-кода гарантирует уникальность будущей ссылки до достижения кардиограммами количества 2^{3^2}, поскольку этот хешкод в дальнейшем используется как составляющая часть QR-ссылки.

После поступления кардиограммы во временное хранилище на веб-ресурсе врач должен завершить этап регистрации кардиограммы в системе(привязать ее к пациенту), после чего система проведёт деперсонализацию кардиограммы и завершит формирование QR-ссылки. Только после этого станет возможен анонимный доступ к этой кардиограмме, а врач получит возможность сформировать PDF-файл, содержащий регистрационные данные этой электрокардиограммы и ссылку для анонимного доступа (в явном виде и в виде QR-кода), распечатать этот файл и передать пациенту.

Необходимо отметить, что основной проблемой при реализации данного подхода стало именно формирование PDF-файла с регистрационными данными электрокардиограммы. Поскольку сам файл в системе не хранится, а формирутся динамически в ответ на запрос врача, нам потребовалось разработать соответствующие методы и классы на Java на стороне Веб-сервера.

Мы провели анализ наиболее известных на данный момент библиотек для работы с PDF-файлами на Java: iText [2], ElegantJ PDF [3], Apache PDFBox [4], Aspose.Pdf [5], Flying Saucer [6], Big Faceless Java PDF Library [7].

В итоге мы остановились на использовании iText библиотеки для Java. Она поддерживает импорт сторонних шрифтов (в том числе и кириллических), содержит все необходимые нам классы для работы с таблицами, изображениями, ссылками, позволяет не только сохранить результат в файл, но и перенаправить его в OutputStream любого другого типа. Кроме того, в отличии от большинства других библиотек, ее бесплатная версия для некоммерческого использования полностью функциональна и не имеет ограничений по времени использования.

Рис. 3. Схема действий для получения доступа к хранимой ЭКГ

Таким образом, получив от своего врача распечатку PDF-файла, пациент в любой момент может провести сканирование QR-кода с помощью программы распознавания Barcode reader и получает доступ к своей кардиограмме в электронном виде, что позволяет применить к ней весь доступный арсенал цифровых методов обработки ЭКГ.

Выводы. Таким образом, реализованное решение позволяет состыковать электронный и бумажный документооборот в сфере медицинского обслуживания при работе с электрокардиограммами удобным для конечных пользователей способом. Для получения доступа к сохраненной в Медгрид собственной кардиограмме пользователю не требуется проходить регистрацию на Веб-портале или получать сертификат GRID. Единственное, что требуется, – это наличие установленного на компьютере браузера и выхода в интернет.

Литература. **1.** Програма впровадження та застосування грід-технологий на 2009-2013 роки: http://grid.nas.gov.ua/ **2.** iText: http://itextpdf.com/. **3.** ElegantJ PDF Library: http://www.elegantjpdf.com/. **4.** Apache PDFBox: http://pdfbox.apache.org/. **5.** Aspose.Pdf: http://www.aspose.com/java/pdf-component.aspx. **6.** Flying Saucer: http://code.google.com/p/flying-saucer/. **7.** Big Faceless Java PDF Library: http://bfo.com/products/pdf/.

Волк М.А., Ал Шиблак Муаз
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Модели процессов распределенной имитации для консервативных и оптимистических методов синхронизации

В докладе приводятся модификации моделей процессов распределенной имитации под управлением консервитивных и оптимистических алгоритмов синхронизации.

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к гетерогенным вычислительным системам, яркими представителями которых являются GRID и системы облачных вычислений. Стоимость вычислений в подобных системах, в особенности, при использовании суперкомпьютеров, кластерных систем, значительна, и недостаток информации о выполняемой задаче может привести к неоправданному росту стоимости экспериментов.

Обсуждаемый класс задач использования данных вычислительных ресурсов относится к области распределенного имитационного моделирования. Размерность задач в этой области может достигать больших значений, а следовательно приводит к значительным временным и вычислительным затратам. Время, которое будет затрачено на проведение эксперимента, напрямую зависит от рационального размещения задачи в гетерогенной компьютерной среде, выбора способа построения имитационной модели и алгоритмов синхронизации. Немаловажным фактором является возможность учитывать ограничения на использование некоторых видов ресурсов из-за граничных значений характеристик программ моделирования: объемов памяти, скоростных характеристик коммуникационных сетей. Все эти причины влияют на сроки, качество имитации, а так же на ее финальную стоимость.

Кроме того, из-за незнания некоторых оценочных характеристик моделей, можно не только нерационально организовать распределение ресурсов, но и вызвать тупиковые ситуации, когда из-за недостатка оперативной, виртуальной памяти, низкой скорости сети, имитационный эксперимент может привести к остановке исполнения модели. Существующие сегодня сервисы распределения ресурсов в GRID-системах могут учитывать простейшие характеристики модели и ресурсов, такие как производительность, быстродействие процессоров по отношению к ресурсу и вычислительную стоимость частных моделей в качестве характеристик модели. Более сложные алгоритмы могут учитывать, например, характеристики памяти компьютеров, трафика сетевых соединений, а со стороны модели – связность ее составляющих элементов, объемы данных модели, объемы передаваемых данных во время имитации. Многие из этих характеристик априори неизвестны.

В докладе предлагается математическая модель процессов распределенной имитации на основе программного представления среды имитации в виде совокупности активностей и данных. Предлагаемая модель исследуется с точки зрения применения различных алгоритмов синхронизации - консервативных и оптимистических. Результатом исследования являются модификации модели для рассмотренных методов синхронизации.

Предлагаемые модели позволяют получить следующие параметры: оценку продвижения модельного времени на каждом из шагов моделирования, реальное время исполнения частных моделей, время передачи данных между частными моделями, время работы моделирующей программы (или среды моделирования). Кроме этого, они позволяют оценить объемы памяти, которые требуют частные модели во время моделирования для хранения внутреннего состояния модели, передачи данных между частными моделями и обеспечения синхронизации модельного времени.

Полученные математические модели могут служить основой ряда методов анализа процессов исполнения имитационных моделей. Характеристики, полученные с ее помощью, могут использоваться в методах и алгоритмах распределения ресурсов, при проведении имитационных экспериментов большой размерности, выборе того или иного способа построения имитационной модели, создании программных систем, библиотек, интерфейсов поддержки распределенного имитационного моделирования.

Грицку І.П., Дейбук В.Г.
Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Чернівці, Україна

Використання генетичних алгоритмів для синтезу зворотних квантових мереж

Синтез зворотних квантових мереж на сьогодні є однією з актуальних задач квантового комп'ютингу, оскільки передбачає розв'язання багатопараметричної задачі оптимізації відповідно до наперед заданих критеріїв (квантова ціна, швидкодія, постійні входи та надлишкові виходи, заборона розгалуження за виходом тощо) [1]. У роботі представлено узагальнений підхід до синтезу комбінаційних квантових мереж на основі використання принципів еволюційної електроніки. Запропонована процедура пошуку оптимальних схем повного однорозрядного суматора та мультиплексора в базисі функціонально-повного вентиля Фредкіна з використанням генетичного алгоритму у відповідності до вищенаведених критеріїв [2].

У запропонованому підході хромосома зображає певний запис комбінаційної схеми. Оскільки хромосома є набором генів, а схема – певне послідовно-паралельне розташування логічних вентилів Фредкіна, то аналізовані логічні схеми (хромосоми) представимо як набір горизонтальних ліній (пінів), вздовж яких передається інформація і вертикальних секцій, які можуть складатися з кількох логічних елементів, в яких відбувається паралельна обробка інформації, і які відповідають генам. У свою чергу хромосоми, крім наборів зв'язаних між собою генів, складаються також із вектора значень вхідних сигналів. Ці значення записуються в першому елементі хромосоми і також складають окремий ген.

Робота комбінаційного пристрою моделювалася наступним чином. Спочатку генеруються початкові дані (змінні та постійні) і записуються в таблицю значень. Потім почергово подаються початкові значення на вхід гену, а отримані дані подаються як початкові на вхід наступного гену. Це продовжується, поки не з'являться вихідні значення на останньому гені. Отримана таблиця значень вихідних сигналів хромосоми поелементно порівнюється з таблицею істинності синтезованого пристрою. У роботі запропонована зважена функція пристосованості наступного вигляду:

$$f = \alpha\Big(\frac{1}{Error+1}\Big) + \beta G(c) + \gamma H(g_i) + \delta I(s)$$

де $Error$ – кількість помилок у вихідних значеннях модельованої схеми порівняно з ідеальною схемою, $G(c)$ – функція оцінки квантової вартості схеми, $H(g_i)$ – функція оцінки кількості постійних входів (надлишкових виходів), $I(s)$ – функція оцінки затримки схеми. Вагові коефіцієнти α, β, β, δ задовольняють умову $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1$

Пошук оптимальної за вказаними параметрами схеми пов'язаний зі знаходженням максимального значення функції пристосованості f. Мінімальна кількість постійних входів шуканої схеми забезпечить мінімальну кількість надлишкових виходів. Величина затримки (s) схеми оцінювалась у відносних одиницях часу затримки одного логічного елемента. У роботі використовувались турнірна селекція та двоточкове схрещування з імовірністю 0,8. Мутація здійснювалась з імовірністю 0,02. У випадку, якщо функція пристосованості деякої хромосоми стане максимально близькою до одиниці, це означатиме, що вона досягла свого максимуму і ми отримали шукану схему.

Використовуючи запропонований підхід, були отримані повні однорозрядні суматори та мультиплексори, які за своїми параметрами є кращими за відомі світові аналоги.

Література. **1.** M. Nielsen and I. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge, Cambridge University Press, 2010. **2.** R.S. Zebulum, *Evolutionary electronics: automatic design of electronic circuits and systems by genetic algorithms*, M.A. Pacheco and M.M.B.R. Vellasco, Boca Raton, CRC Press LLC, 2001.

Драган Д.Д., Поляков А.Ю. *— рецензент Кирюша Б.А.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Аналіз безпеки веб-порталу GRID ALLTED за допомогою засобів автоматизованого тестування

Звичайно аналіз безпеки веб-ресурсу потрібно проводити з самого початку роботи над ним, визначаючи потенційні загрози та можливу стратегію поведінки зловмисників і вчасно розроблюючи засоби протидії [1]. Такий аналіз на різних стадіях розробки включає наступні етапи:

- Аналіз документації та спілкування з розробниками стосовно мір безпеки системи;
- Моделювання можливих загроз, документування;
- Аналіз програмного коду;
- Тестування готової до використання системи в ролі атакуючого за допомогою
  1. засобів автоматизованого тестування (програм або фреймворків котрі проводять заданий набір тестів на вразливості в автоматичному режимі);
  2. вручну.

Інколи виконати повний цикл аналізу неможливо (наприклад, коли система вже знаходиться на фінальних фазах розробки). Тоді слід виконати тестування системи в ролі зловмисника (останній етап), яке також називають тестуванням за принципом «чорної скриньки», бо звичайно зловмисник володіє мінімумом інформації про внутрішній устрій системи. У такому разі технічні засоби (сканери уразливостей тощо) можуть зберегти багато часу та зусиль у пошуку можливих шляхів атаки, але, очевидно, слід визнати, що вони менш гнучкі та ефективні порівняно із спеціалістом високої кваліфікації, тому вони не претендують на повноту аналізу, а повинні використовуватися лише як його складова.

Результати. Наведемо основні результати виконання такого автоматизованого аналізу для веб-порталу GRID ALLTED (allted.com) за допомогою програмного забезпечення XSpider та JSky.

Табл. 1. Результати автоматизованого аналізу безпеки досліджуваного веб-ресурсу

Клас проблеми	Наявність на досліджуваному ресурсі
Cross-site scripting (XSS)	Наявні проблеми із низьким рівнем небезпеки
Bruteforce (отримання паролю при наявному логіні)	Наявна проблема із низьким рівнем небезпеки
Privilege escalation	Наявна проблема із середнім рівнем небезпеки
DoS (Denial of Service)	Наявна проблема із низьким рівнем небезпеки
Injection Flaws	Не виявлено
Broken Authentication and Session management	Не виявлено
Insecure Cryptographic Storage	Не виявлено
Cross Site Request Forgery (CSRF)	Не виявлено
Information Leakage and Improper Error Handling	Значних проблем не виявлено
Failure to Restrict URL Access	Не виявлено
Insecure Direct Object Reference	Не виявлено
Insecure Communications	Не виявлено
Malicious File Execution	Не виявлено

Висновки. Було виконано аналіз деяких уразливостей веб-порталу GRID ALLTED та запропоновані шляхи їх нейтралізації. Подальша робота в цьому напрямку передбачає усунення наявних проблем.

Література. **1.** Open Web Application Security Project testing guide [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.owasp.org/images/5/56/OWASP_Testing_Guide_v3.pdf

Кирюша Б.А.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Аналіз методів автоматизованого трасування зв'язків для напівавтоматичної генерації параметризованих інтегральних схем

Мета дослідження.. Традиційні алгоритми автоматизованого трасування друкованих плат та інтегральних схем використовують ітераційні підходи, що включають: розташування блоків, сортування зв'язків, трасування зв'язків, корекцію зв'язків [1]. Можливість керування послідовністю та параметрами трасування потрібна для поліпшення передбачуваності результатів та отримання більш зручних, для подальшого використання, блоків інтегральної схеми. Вибір алгоритму, який можливо застосувати з найменшими змінами в таких ситуаціях грунтується на наступних критеріях:

- підтримці ієрархічного трасування;
- високій продуктивності, за наявності великої кількості перешкод;
- простоті керування і передбачуваності результатів трасування, необхідних для включення до складу процедур користувача.

Відомі алгоритми трасування.. Найбільше розповсюдження мають наступні групи алгоритмів трасування [2, 3]: алгоритми трасування лабіринтів; алгоритми покоординатного наближення; алгоритми спалення заливок на площинах; евристичні алгоритми. На першому етапі трасування виконується сортування з'єднань по відстані, з урахуванням технологічних обмежень. При сортуванні за зростанням відстані між з'єднаннями, алгоритми мають більшу швидкодію, але частіше призводять до конфліктів з'єднань. Сортування з'єднань у зворотному до довжин порядку зменшує вірогідність конфліктів, але збільшує середню довжину провідників. Ієрархічний підхід передбачає використання на початку коротших з'єднань. Зменшення швидкодії, в такому випадку, компенсується скороченням розмірів блоків, які аналізуються на початку процедури, а вірогідність конфліктів зменшується за рахунок обробки груп сигналів. Необхідність в плануванні трасування виключає ефективне використання алгоритмів спалення на площинах і евристичних, оскільки вони не можуть бути застосовані для окремих сигналів або модулів, бо використовують весь доступний простір для трасування.

Критерії вибору алгоритмів трасування та особливоті їх застосування.. Для блоків, які розміщуються періодично, утворюється регулярна координатна сітка, подібна до умов використання алгоритмів лабіринту. Якщо структура фрагменту пристрою складається з набору різних за структурою блоків, покоординатне наближення дозволить економніше витрачати простір між блоками і вірогідність успішного трасування фрагменту буде вище, ніж при штучному створенні сітки з неоднорідною щільністю клітин. В якості додаткового джерела даних для трасування можуть бути використані базові блоки, в яких:

1. Використовуються індексовані імена сигналів, для попереднього визначення послідовності з'єднань у черзі трасування. Метою впровадження пошуку груп сигналів є скорочення кількості ітерацій пошуку не конфліктного трасування;
2. В текстових властивостях сигналу необхідно вказувати, яка кількість шарів з'єднань та мінімальна товщина провідників потрібна для його використання. Така інформація потрібна для спрощення масштабування проекту без необхідності аналізу схемотехнічних моделей.

Література. 1. Maurer P.M., Automatic routing of integrated circuit connections.-Tech. report, Department of Computer Science and Engineering, University of South Florida - 1990. **2.** Lin, Z.-M., Global routing techniques for an automatic mixed analog/digital IC layout compiler.- IEEE Proc. on Computer-Aided Design, vol.1 - 1991. - 392 - 396 pp. **3.** Murata H., A new routing design methodology for multi-chip IC packages.- IEEE MWSCAS Circuits and Systems vol.1 - 2004. - 473.

Кисельов Г.Д., Харченко К.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Застосування хмарних технологій в дистанційному навчанні

Запропонована архітектура хмарної системи для використання в навчальному процесі.

Cloud computing – це програмно-апаратне забезпечення, яке доступно користувачу через інтернет у вигляді сервісу, який надає удобний інтерфейс для віддаленого доступу до обчислювальних ресурсів (програм і даних). Пропонується архітектура хмарної системи, у якій реалізована модель сервісу «інфраструктура як послуга» (Infrastructure as a Service, IaaS) для дистанційного навчання.

Сучасна грід-інфраструктура України вже достатньо розвинута як з точки зору апаратної, так і програмної складової. Проблемною залишається задача підготовки кадрів, навчання і перенавчання користувачів в умовах використання програмного забезпечення системного і прикладного рівня, які постійно змінюються. Хмара дистанційного навчання містить три основні компоненти: сервери, системи зберігання даних, клієнтські робочі місця учасників навчального процесу, мережеве обладнання; засоби віртуалізації, автоматизації, керування ресурсами; програмне забезпечення для керування навчальними сервісами.

Ефективність та якість дистанційного навчання визначаються використанням продуманих програмних засобів керування процесом навчання, які реалізуються у вигляді LMS (Learning Management System), і актуального, логічно несуперечливого, предметно-орієнтованого навчально-інформаційного ресурсу, якій створюється за допомогою програмних засобів CMS – Content Management System. Хмара дистанційного навчання поєднує LMS і CMS. Всі складові дистанційного навчання (форуми, чати, дошка об'яв, електронна пошта, відео та аудіо конференції та інше) мають підтримуватися навчальними сервісами LMS. В якості такої системи в деякій мірі можуть використовуватись відомі в світі системи типу Moodle та інші. Ці системи мають добре розвинутий функціонал CMS, тобто сервіси створення/управління контентом навчання. Керування навчальними сервісами виконується за допомогою порталу хмари, який має підтримувати роботу чотирьох видів робочих місць: системного адміністратора хмари дистанційного навчання; модератора хмари дистанційного навчання, якій відповідає за створення і підтримку інформаційних ресурсів хмари; викладача – автора інформаційних ресурсів хмари; користувача, якій отримує сервіси хмари.

Викладач при цьому працює в реальному часі в режимі відеоконференції з демонстрацією необхідних матеріалів, підтримуючи зворотній зв'язок зі слухачами за допомогою різних відео, аудіо і текстових засобів. В свою чергу, користувачі хмари дистанційного навчання мають можливість користуватись наданими їм прикладними програмними застосуваннями як у навчальному, так і у робочому режимах.

Хмара дистанційного навчання створюється за допомогою відкритих систем створення хмар, таких як XCP (Xen) [1]. Для керування хмарою можливо використовувати систему OpenStack [2]. В якості інструментального наповнення інфраструктури хмари дистанційного навчання використовуються існуючи відкриті програмні системи створення навчальних курсів, наприклад, Moodle [3], eFrond [4], Wiki [5]. Ці системи мають добре розвинуту систему CMS, тобто сервіси створення/управління контентом навчання. Як прототип системи адміністрування навчального процесу обирається [6], можлива побудова власного портального рішення. Відеоконференції підтримуються системами OpenVCS [7]. Для інтеграції в хмарі грід- застосувань можливо використання системи RightScale Grid [8].

Література. **1.** XCP (Xen) [Online]. Available: http://www.xen.org/prodacts/cloudxen.html, **2.** OpenStack [Online]. Available: http://ru.wikipedia.org/wiki/OpenStack, **3.** Moodle [Online]. Available: http://ru.wikipedia.org/wiki/Moodle, **4.** eFrond [Online]. Available: http://www.efrondlearning.net/open-sourse, **5.** wiki [Online]. Available: http://www.mediawiki.org, **6.** Atutor [Online]. Available: http://atutor.ca, **7.** OpenVCS [Online]. Available: http://code.google.com/p/openvcs, **8.** RightScale [Online]. Available: http://www.right.com

Кислий Р.В. *— рецензент Петренко А.І.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Інтелектуальний аналіз даних в хмарних системах

Збільшення обсягів згенерованих даних змушує шукати нові підходи для виявлення і використання цінних знань з цих даних. Інтелектуальний аналіз даних завжди був ефективним інструментом отримання з них корисної інформації. Швидкість передачі даних між зберігаючими пристроями та обчислювальними ресурсами – основна проблема швидкодії аналізу даних на сьогоднішній день.

Хмарні системи – модель інфраструктури, що містить пул ресурсів і забезпечує ефективність аналізу великих обсягів інформації. Ця модель розбиває великі набори даних і підготовлює їх для вузла, де дані можуть бути оброблені локально, уникаючи затримок передачі по мережі та зчитування з носіїв інформації. Це робить можливим для людей, зрозуміти і використати екзабайти інформації в центрах обробки і зберігання даних [1]. Отже, основна мета – збільшення швидкості аналізу даних в хмарних системах.

Для аналізу даних необхідні ефективні масштабовані алгоритми, що дозволять вирішити задачу за прийнятний час. Одним з таких алгоритмів є аглоритм Apriori на основі асоціативних правил. Я пропоную використовати саме його, оскільки він легко піддається масштабуваню і досить простий. Алгоритми, побудовані на асоціативних правилах, спрямовані на отримання цікавих кореляцій, асоціацій серед безлічі елементів в транзакціях бази даних або інших сховищах даних. Розмір вхідних даних Apriori, як правило, досить великий і розподілений. Таким чином, хмара може бути ідеальною платформою для цього алгоритму. Тим не менш, класичний алгоритм Apriori не призначений для виконання в середовищі хмари, так як ітеративний підхід, який він використовує, щоб отримати набори елементів, які часто зустрічаються, викликає повторювання сканування диска. Така висока частота запитів до носія інформації робить запуск алгоритму в хмарі недоцільним [2]. Доцільним є використання Apriori з MapReduce технологіями, які допоможуть оминути це вузьке місце. Ключовою перевагою MapReduce є те, що вона автоматично організовує розпаралелену обробку великих обсягів інформації на кластерах обчислювальної системи, приховуючи складність реалізації. Поєднання правил для роботи Apriori і інтелектуального аналізу широко використовуються в різних областях, таких як телекомунікаційні мережі, маркетинг та управління ризиками.

Продуктивність асоціативних правил дуже залежить від генерації набору елементів, які часто зустрічаються. Таким чином, цей метод особливо добре підходить для аналізу даних і тексту в великих базах даних. У більшості випадків користувачі не можуть зрозуміти і перевірити велику кількість складних асоціативних правил. Таким чином, важливо, генерувати тільки "корисні" правила, що задовольняють визначеним критеріям.

Алгоритм Apriori є одним із самих широко використовуваних алгоритмів для створення асоціативних правил, а MapReduce є основою для обробки проблем, які можна паралелізувати в масштабах великих наборів даних з використанням великої кількості вузлів, спільно іменованого кластера (якщо всі вузли знаходяться в одній локальній мережі і використовують аналогічне обладнання) або мережі (якщо вузли загальні для всіх географічно і адміністративно розподілених систем, а також використовують більш різноріде обладнання). Обчислювальна обробка може відбуватися на даних, що зберігаються або у файловій системі (неструктуровані), або в базі даних (структуровані). MapReduce може використовувати географічне розташування даних – обробляти дані на серверах, що знаходяться поблизу місця зберігання, для зменшення передачі даних.

Література. **1.** Mining top-K frequent item sets through progressive sampling. Data Mining and Knowledge Discovery / [PIETRACAPRINA, A., RIONDATO, M., UPFAL, E.] , IEEE, 2010. **2.** ODAM: An optimized distributed association rule mining algorithm. Distributed Systems Online / [Ashrafi, M.Z., Taniar, D., Smith, K.], IEEE, 2004.

Кудря В.Г., Лановий В.В.
Одеська національна академія харчових технологій, Одеса, Україна

Моделі мережевих структур наноелектронних пристроїв

Виконано дослідження способів інтерпретації мережі з'єднань монолітних інтегральних схем високочастотної, в тому числі і нанотехнологічної електроніки. Пропонується системний спосіб подання комунікаційних елементів у вигляді польової та ланцюгової структури їх схемотехнічного зображення. В такий спосіб встановлюється взаємооднозначна відповідність внутрішніх та зовнішніх дескрипторів комунікаційної структури. Отриманий результат дозволяє поліпшити якість проектування в наноелектроніці.

Темою дослідження стали актуальні проблеми в галузі нанотехнологій. Темпи розвитку наноелектроніки, настільки великі, що існуючі на сьогоднішній день емпіричні способи та методи виробництва [1, 2] випереджають відповідні темпи зростання її фундаментальних, системних методів дослідження та системних технології проектування. Незважаючи на обчислювальні потужності сучасних комп'ютерів, існуючі пакети аналізу електронних засобів: Spice, MicroCap, OrCad, MultiSim, Atium Designer, – далеко не в відповідають запитам технології проектування наноелектронних виробів. Синергетичність різноманітних природничих явищ, що забезпечують функціонування нановиробів [3] лише частково піддається моделюванню в межах існуючих програмних продуктів. Саме з цих причин розробка адекватних фізикоматематичних моделей стало предметом дослідження. Переважна більшість робіт [4] переймається розкриттям існуючих, або відкриттям нових природничих явищ та процесів, що можуть скласти основу функціонування базових (елементарних, «атомарних») компонентів внутрішньої структури монолітної нанотехнологічної інтегральної схеми. В той же час, питання конструктивно-системної організації цих первинних (атомарних) компонентів та способи їх поєднання і взаємодії (електромагнітної, теплової, радіаційної тощо) в рамках функціональної реалізації розв'язується на основі емпірико експериментальних досліджень. Такий стан речей безумовно гальмує розвиток наноелектроніки. Тому метою дослідження стало моделювання міжкомпонентних поєднувачі базових елементів, що складають внутрішню структуру монолітної інтегральної схеми.

Польові схеми заступу. Представлення реальної електромагнітної системи у вигляді фізичної моделі, що має вигляд електричного кола, можливо, якщо припустимий поділ єдиного електромагнітного процесу на окремі незалежні процеси в компонентах і комунікаторі. На жаль, в нанотехнологіях практично неможливо відокремити ці процеси один від одного, але при певній додатковій конструктивній збитковості: екранування, рознесення у просторі, цей вид взаємовпливу можна звести до мінімально допустимих проявів. Але і в цьому випадку рівень допустимості застосування тієї чи іншої моделі мусить, в розрахунковому розумінні, ґрунтуватися на використанні певних електродинамічних оцінок. Рівень адекватності відповідно до теореми єдності, можна оцінити рівнем напруг та струмів, величинами яких можна нехтувати, якщо за допомогою екранування забезпечити виконання наступних умов: екрани є добре провідними, тобто дотична складова електричного поля $E_{\tau/Se}$ до поверхні екрана Se мізерно мала у порівнянні з нормальною - $E_{n/Se}$,тобто : $E_{n/Se} \gg E_{\tau/Se} \approx 0$; в об'ємі, що обмежується екраном, мають місце втрати електроенергії, – існують струми в провідниках комунікатора, що мають скінченну провідність $0 \leqslant \gamma \leqslant \infty$; в області однозначного визначення напруг та струмів, (місця зчленування компонента та комунікатора) електромагнітне поле має структуру Т-хвилі. На практиці це означає, що поздовжні складові напруженостей поля комунікатора, що є нормальними складовими до поверхні вікна So обміну енергії між комунікатором та компонентом мізерно малі: $E_{\tau/So} \gg E_{n/So} \approx 0$, та $H_{\tau/So} \gg H_{n/So} \approx 0$.

Зрозуміло, що всередині комунікатора, як зрештою і в компонентах, виконання зазначених граничних умов зовсім не гарантується. Картина поля змінюється за рахунок не лише геометричних неоднорідностей поверхонь розподілу напрямних систем в об'ємі комунікатора, а і за рахунок, зміни зарядів та струмів на їх поверхнях, що суперечить аксіоматиці застосування

багатьох спрощених методів аналізу електродинаміки, в тому числі і теорії довгих ліній. Разом з тим, на частотах квазістаціонарної допустимості поділу поля на магнітне та електричне, можна визначити струми $I_H = -j\omega N$, що наводяться на деревах комунікатора, та напруги $U_H = -j\omega\Phi$, що наводяться в його контурах де N, Ф - потоки комплексних векторів індукції, що пронизують дерева та відповідно контури комунікатора.Безпосередніми джерелами цих потоків є заряди, що розподілені по поверхням дерев та струми, що течуть в провідниках комунікатора. Таким чином, для визначення потоків N, Ф необхідно попередньо визначити їх безпосередні джерела. В свою чергу, джерелами безпосередніх джерел в даній математичній моделі є струми полюсів, комунікатора та напруги його дуг. Останні входять до дескрипторів компонентно-комунікаторних рівнянь, які характеризують замкнуту математичну модель електричного кола в цілому. Струми полюсів та напруги дуг компонента можна назвати опосередкованими джерелами електромагнітного поля комунікатора. Незважаючи на те, що ці дескриптори не мають геометричних вимірів, вони відіграють роль крайових умов, для визначення розподілу по поверхням комунікатора первинних джерел електромагнітного поля.

Ланцюгова модель комунікатора. Залишаючись на позиціях обліку електромагнітних перешкод в рамках електродинаміки, спробуємо побудувати ланцюгові схеми заступу комунікатора, пам‘ятаючи при цьому, що поняття компонентів R, L, C, G лише за розмірністю співпадають з параметрами комунікатора [3, 4, 5]. Такий підхід дозволить «просунути» накопичений багаж знань з теорії електричних кіл в сферу нанотехнологічного виробництва. Цьому сприяє використання означеної вище ідеї декомпозиції нановиробу на ті його композиційні елементи, в яких «працює» теорія ланцюгів і ті – в яких її застосування є хибним.Побудова схеми комунікатора ґрунтується на струмових та напругових дескрипторах моделі.На рівні зовнішнього прояву схеми будуються у вигляді залежних джерел електроенергії: напруги та струму, рис. 1.

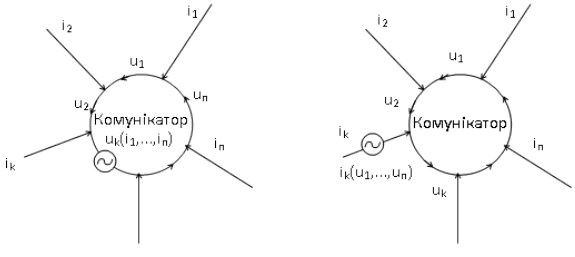


Рис. 1

Висновок. Проектування мережі міжкомпонентних з‘єднань, як композиційної частини нановиробу, має суттєві особливості. В даній роботі на основі дослідження існуючих способів проектування запропонований системний підхід до розробки фізико математичного моделювання нанотехнологічних комунікаторних структур. Отримані результати сприяють підвищенню точності моделей нановиробів.

Література. **1.** Кагадей В. Технологии будущего: наноматериалы и наноэлектроника [Електронный ресурс] / Кагадей В.: ЗАО «НПФ «Микран»; Хасанов О.: Томский политехнический университет // http://www.youtube.com/watch?v=VDJA93OSXrI Загружено – 29 ноября 2011, **2.** Electronics from the Bottom Up: A New Approach to Nanoelectronic Devices and Materials. [Електронний ресурс] / – Created on 20 Jun 2008, Last modified on 28 Aug 2012. http://nanohub.org/topics/ElectronicsFromTheBottomUp, **3.** Князь А.И. Электродинамика информационных систем. - М.: Радио и связь, 1994. – 392 с., **4.** Князь А.И., Кудря В.Г. Электродинамически обоснованные схемотехнические модели параметрического видеоусилителя. “Радиотехника”, 1985, №6, — М.: Радио и связь с. 87-88, **5.** Кудря В.Г. Системне проектування функціональних перетворювачів. // Труды пятой международной научно-практической конференции “Современные информационные и электронные технологии”, 17 — 21 мая 2004 г.

Минухин С.В.
Харьковский национальный экономический университет, Харьков, Украина

Алгоритмы пакетного планирования с минимизацией времени выполнения заданий и оптимизацией энергопотребления ресурсов в гетерогенных распределенных системах

В данной работе развивается подход к пакетному режиму выбора заданий и планированию (распределению) ресурсов в гетерогенной распределенной системе, основанного на методе покрытия, основные результаты исследований которого получены в работах [1–3]. Концепция данного подхода базируется на математической модели решения задачи о покрытии, для которой разработан эффективный алгоритм, предложенный в [4].

Результаты значительного количества компьютерных экспериментов, проведенных с использованием многофункционального планировщика [2, 3], показали, что основное преимущества данного подхода и эффективности алгоритмов, основанных на нем, заключается в балансировке загрузки доступных и свободных на момент планирования в системе ресурсов, причем в целом ряде случаев, проанализированных в работе [2] для различных политик планирования, их применение позволяет улучшить и временные характеристики – уменьшить время выполнения входного потока заданий и время ответа системы. Вместе с тем, учет дополнительной информации о времени выполнения и директивных сроках заданий позволит разработать новые и модифицировать существующие алгоритмы планирования, основанные ан методе покрытия, и повысить, таким образом, производительность распределенных систем. Для решения поставленной задачи в данной работе предлагается ввести и в дальнейшем использовать матрицу соответствия, предложенную в работе [1], но со следующим изменением содержания ее ячеек: информация о задании, которое может решаться на соответствующем ресурсе, представляется в виде кортежа, включающего время прибытия задания, время его выполнения, директивный срок и приоритет. Задания после их помещения в промежуточное устройство (компоненту системы планирования – пул) для последующего их планирования и распределения на ресурсы сортируются по приоритету: для выбора приоритетного задания используется правило EDF (Earliest Deadline First), в соответствии с которым первыми из входного потока обслуживаются те задания, которые имеют наименьший директивный срок. После этого с учетом этого правила формируется матрица соответствия и задания назначаются на доступные ресурсы в соответствии с требованиями QoS. При этом предполагается, что не все задания могут решиться на всех ресурсах системы: в том случае, если задание на данном ресурсе решиться не может, в ячейку матрицы помещается значение 0, в противном случае – кортеж с приведенными ранее значениями его параметров, характеризующими задание. Далее применяется процедура планирования, имеющая малую сложность и погрешность [4], находится минимальное по мощности множество ресурсов, на которых решатся все задания пула, и процедура повторяется до тех пор, пока вся очередь заданий входного потока не будет разрешена.

Для оптимизации временных метрик (времени выполнения и времени ответа) работы распределенной системы предлагается следующая процедура: так как основной задачей является минимизация времени выполнения последнего задания очереди (makespan), необходимо выбрать такие ресурсы, на которых время выполнения заданий было бы минимальным. Для этого предлагается использовать модифицированный жадный алгоритм Min-Min в виде следующей двухэтапной процедуры – для всех значений времени выполнения конкретного задания на всех свободных ресурсах определить среднее время выполнения, и оставить кортежи только в тех ячейках матрицы соответствия, в которых время выполнения будет меньше среднего (в качестве второго варианта можно использовать ограничение на разницу между временем выполнения и директивным сроком); далее решить задачу о покрытии, определить минимальное время решения всех заданий на ресурсах, вошедших в покрытие, и выбрать из множества ресурсов, вошедших в покрытие, тот, на котором время решения задания будет минимальным;

в случае, если таких ресурсов несколько, выбирается тот, производительность которого больше [2]. После этого задание решается на этом ресурсе и процедура продолжается до тех пор, пока все задания пула не будут решены и входная очередь заданий не будет разрешена.

Для оптимизации энергопотребления ресурсов гетерогенной распределенной системы предлагается следующий метод. Для решения задания определяется порог коэффициента использования ресурсов и в случае, если текущее значение после очередного распределения заданий пула на ресурсы превышает системный порог коэффициента использования ресурсов, выбирается тот ресурс, для которого энергопотребление на минимальной частоте работы процессора ресурса будет минимальным; в противном случае выбирается ресурс, на котором время выполнения задания будет минимальным. Ключевым моментом применения данной процедуры является существующая зависимость между временем выполнения и коэффициентом использования: чем меньше время выполнения, тем выше коэффициент использования. Таким образом, повышается эффективность работы предлагаемых алгоритмов за счет переключения с одного алгоритма на другой в зависимости от величины коэффициента использования ресурсов для обеспечения балансировки их загрузки [5].

В работе исследованы свойства предлагаемых алгоритмов для оптимизации энергопотребления с использованием метрик EDP (Energy Delay Product), ED2P (Energy Delay2 Product), а также ERP (Energy Response Product). Разработан метод, на основе которого определяется процедура выбора ресурса с минимальным энергопотреблением: в качестве наиболее подходящих ресурсов из числа свободных на момент планирования выбираются те, для которых на минимальной частоте работы процессоров величина EDP (Energy * Delay) будет минимальной. Такой выбор обосновывается тем, что в случае назначения на один ресурс нескольких заданий, обеспечить минимальное суммарное время запаздывания заданий, используя масштабирование напряжения и частоты процессора. Далее на их основе формируется матрица соответствия: решается задача о покрытии и используется подход, аналогичный приведенной ранее процедуре с выбором ресурса с минимальным временем решения задания, а в качестве порогового значения выбирать среднее энергопотребление для всех ресурсов на минимальной частоте (номинальной частоте) процессоров.

Преимуществом использования алгоритмов с переключениями является то, что в случае разбалансированности загрузки ресурсов в зависимости от текущего значения коэффициента использования можно повысить эффективность работы системы при помощи алгоритмов, позволяющих минимизировать время выполнения заданий и энергопотребление ресурсов распределённой системы. Предложенные в данной работе алгоритмы позволяют повысить производительность гетерогенных распределенных систем с использованием информации о временных характеристиках заданий и на основе мониторинга текущей загрузки ресурсов.

Литература. **1.** Листровой С.В., Минухин С.В.. Модель и подход к планированию распределения ресурсов в гетерогенных Грид-системах // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». – 2012. – № 5. – С. 120–133. **2.** Минухин С.В. Моделирование и анализ основанных на методе покрытия алгоритмов планирования заданий и распределения ресурсов на производительность гетерогенных распределенных систем // Системи обробки інформації. – 2012. – Вип. 8 (106). – С. 27–32. **3.** Минухин С.В., Знахур С.В.Имитационная модель и ее программная реализация планирования ресурсов Грид-системы // Проблеми програмування. – 2012. – №2–3. Спеціальний випуск. – С. 133–143. **4.** Листровой С.В., Минухин С.В. Метод решения задач о минимальном вершинном покрытии в произвольном графе и задачи о наименьшем покрытии // Электронное моделирование. – 2012. – Т. 34. – № 1. – С. 29 – 43. **5.** Петренко А.І., Свістунов С.Я., Свірін П.В. Алгоритми балансування навантаження в Грід-системах // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2011. — № 4. – С. 21–36.

***Минухин С.В.*[1], *Коровин А.В.*[2]**
[1]*Харьковский национальный экономический университет, Харьков, Украина;* [2]*ПРАО Альтрон, Харьков, Украина*

Исследование влияния выбора метода работы с входной очередью и распределения входного потока заданий на производительность Грид-системы в пакете GridSim

В данной работе исследуются особенности функционирования Грид-системы в симуляторе GridSim. Имитационное моделирование является важным этапом анализа функционирования гетерогенных распределенных систем (Грид-систем) [1].

Результаты, полученные в работах [2, 3] показали, что основными задачами, которые возникают на этапе моделирования сложных распределенных систем, являются следующие.

Анализ входного потока заданий. Анализ закона распределения входного потока заданий, поступающих на обработку в информационную систему, в значительной степени влияет на общую загрузку системы – workload. Показатель загрузки включает в себя задания, поступающие на обработку, задания, находящиеся в очереди, задания, которые планируются на ресурсы и задания, которые выполняются на ресурсах.

Необходимость определения на каждом этапе обработки задания закона их распределения и то, как влияет периодичность планирования (scheduling interval) заданий на эффективность работы Грид-системы, является необходимым условием анализа работы Грид-системы.

Выбор эффективного метода работы с очередью входного потока заданий. Наиболее используемыми методами работы с очередями заданий являются SJF (shortest job first, самое короткое задание – первое), LJF (longest job first, самое длинное задание – первое), FCFS.

Анализ данных методов показал, что применение метода SJF является эффективным в случаях, когда большинство заданий – короткие и при этом основным критерием эффективности системы является минимизация времени выполнения всех заданий глобальной очереди (makespan). Приоритетное правило для такого потока заданий – в начало очереди заданий помещаются задания с наименьшим временем решения, имеющие наивысший приоритет, а все остальные, имеющие средний и низкий приоритет – располагаются за ними.

Анализ существующих методов планирования показал, что использование LJF является эффективным в тех случаях, когда большинство заданий – длинные, что позволяет в целом повысить средний коэффициент использования доступных и свободных на момент планирования ресурсов. Приоритетное правило для такого потока заданий – в начало очереди заданий помещаются задания с наибольшим временем решения, имеющие наивысший приоритет, а все остальные, имеющие средний и низкий приоритет, располагаются за ними.

Метод FCFS является универсальным методом в случае отсутствия достоверной априорной информации о времени решения задания. Периодичность планирования определяется интенсивностью входного потока заданий, что предполагает анализ интенсивности потока заданий в течение суток, дней недели, месяца.

В данном исследовании моделируется метод планирования ресурсов Грид, предложенный в работе [4], основанный на решении задачи о покрытии (далее – МС).

Периодичность планирования (scheduling interval) определяется работой системы мониторинга состояния ресурсов, а именно промежутками времени, когда система опрашивает ресурсы на предмет их занятости. Кроме этого в исследуемом алгоритме МС одна из компонент системы планирования – пул – определяется законом распределения входного потока заданий: если интенсивность распределена по нормальному закону, то размер пула выбирается равным значению суммы математического ожидания и среднеквадратичного отклонения. В этом случае, как показали исследования[2-4], критерии эффективности работы распределённой системы оптимизируется максимальным образом.

Изменение интенсивности в течение анализируемых периодов (времени суток, дня недели, неделей месяца) в значительной степени влияет на результаты планирования (время затрачен-

ное на процедуру планирования, время ответа системы, время нахождения в пакете заданий на ресурсы), и это предполагает проведение дополнительного анализа закона распределения заданий, поступающих в систему за указанные промежутки времени.

Анализ закона распределения входного потока в пуле на момент планирования. В силу особенностей работы механизма планирования [4] определённое количество заданий, находящихся в пуле, остаётся не распределённым на ресурсы. В связи с этим в данной работе анализируется закон распределения потока заданий, который после подкачки следующей порции заданий, размещаются в пуле. Если множество заданий пула на момент текущего планирования не подчиняется определённому закону распределения, это означает, что компонента системы планирования пул смешивает задания таким образом, что нивелирует закон распределения входного потока заданий.

Для практического использования предлагаемых алгоритмов это означает что закон распределения входного потока заданий не влияет на эффективность работы Грид-системы, что фактически означает, что производительность Грид-системы не изменяется (или изменяется незначительно) в зависимости от закона распределения входного потока заданий.

Для проведения имитационного моделирования и анализа полученных результатов использовались реальные данные о работе Грид-системы Auvergrid за 6 месяцев 2007 года [5]. Для сравнительного анализа работы алгоритма [4] с другими алгоритмами использованы алгоритмы FCFS, Easy Backfill, Earliest suitable gap, реализованные в пакете GridSim.

Проведен анализ временных характеристик заданий, который позволил провести их классификацию в зависимости от времени их решения. Была определена контрольная выборка заданий за месяц, анализ которой показал следующее распределение заданий по времени их решения: 3200 заданий контрольной выборки имели время решения одного задания до 2 часов (64%), 1000 заданий контрольной выборки – от 2 до 10 часов (20%), остальные задания в значительной степени отличаются по времени их решения и в дальнейшем анализе не используются. В данном исследовании задания, время решения которых составляло до 2 часов, были классифицированы как короткие, а задания, с временем решения до 10 – средней длительности. Таким образом, в эксперименте использованы кластеры заданий, для которых определялись предпочтения работы алгоритмов с очередью и алгоритмов планирования.

В результате проведения эксперимента были получены результаты, которые подтвердили правильность выбора политик работы с очередями и показали, что при соответствующем выборе размера пула и периодичности планирования алгоритм MC позволяет более высокую производительность работы системы по сравнению с алгоритмами FCFS и Easy Backfill.

Полученные результаты показали, что алгоритм MC превосходит реализованные в GridSim алгоритмы по балансировке загрузки имеющихся ресурсов, а выбор политики работы с заданиями входной очереди на основе анализа реальных данных (информации о времени решения заданий), в свою очередь, позволяет повысить производительность Грид-системы с учётом выбора периодичности процедуры планирования.

Литература. **1.** Петренко А.І. Комп'ютерне моделювання грід-систем. // Электроника и связь 5' Тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии», 2010. – С. 40–48. **2.** Минухин С.В., Коровин А.В. Моделирование планирования ресурсов GRID средствами пакета GridSim // Системи обробки інформації. – 2011. – № 3 (93). – С. 62–68. **3.** Минухин С.В., Коровин А.В. Разработка, реализация и оценка эффективности методов планирования ресурсов GRID в пакете GridSim // Проблеми програмування. – 2012. – № 1. – С. 63–72. **4.** Листровой С.В., Минухин С.В.. Модель и подход к планированию распределения ресурсов в гетерогенных Грид-системах // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». – 2012. – № 5. – С. 120–133. **5.** The Grid Workloads Archive, http://gwa.ewi.tudelft.nl/pmwiki/pmwiki.php?n=Workloads.Gwa-t-4.

***Свистунов С.Я.*[1], *Пелых В.В.*[1], *Шадура О.В.*[1,2]**

[1] *Институт теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова, Киев, Украина;* [2] *Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина*

IT инфраструктура эксперимента Alice в Украине

Доклад посвящен текущему состоянию и перспективам развития вычислительной инфраструктуры эксперимента Alice в мире и Украине. Эксперимент Alice является одним из четырех крупнейших экспериментов в Церне. Вычислительная инфраструктура поддержки эксперимента представляет собой более 45 тысяч процессорных ядер и распределенную систему хранения данных с суммарным объемом более 30 Pb которые расположены более чем в 30 странах [1].

Грид-сайты в Украине. На данный момент в Украине эксперимент Alice представлен двумя грид сайтами – UA-BITP в Киеве и UA-ISMA в Харькове и группой обработки данных эксперимента Алисы. За последние 6 месяцев на этих грид сайтах было успешно выполнено более 100000 задач по обработке данных. Грид-сайт UA-BITP начал принимать задачи с 2006 года. В 2012 году грид-сайт UA-BITP одним с первых перешел на работу с торрентами для распределения пакетов обработки данных для выполняемых задач, что существенно повысило эффективность использования памяти (проблема использования NFS для монтирования пакетов на WNs). Грид-сайт UA-ISMA участвует в обработке данных с середины 2012 года и одним из первых использовал версию операционной системы SL6 для работы с промежуточным программного обеспечением EMI -2 и пакетом AliEn2.

Модификация програмного обеспечения AliEn2. В докладе представлены перспективы развития системы aLien, а именно: переход на новую версии aLien v2-20, с модифицированным механизмом управления очередью (максимальное времени ожидания, новые статусы ошибок, управление перезапуском задач), новой реализацией каталога хранения данных, новым механизмом взаимодействия между сервисами, объединение баз данных центральных сервисов. В докладе представлены результаты тестирования новой версии AliEn2, подтверждающие эффективность предлагаемых изменений [2].

Тенденции развития. В докладе рассмотрены тенденции развития системы aLien, которые связаны с реализацией концепции облачных вычислений, и необходимые изменения, которые нужно сделать украинским грид-сайтам для дальнейшего участия в обработке данных. Внедрению технологии облачных вычислений способствует удобная компьютерная модель ALICE, которая использует унифицированный доступ к данным по протоколу доступа xrootd, единую очередь задач (Task Queue), отсутствие разницы в структуре между сайтами уровня T1/T2, использование виртуализированых вычислительных нодов (WNs), возможность использования стандартизованного интерфейса (Cloud API) для старта агентов (Job Agent).

В докладе представлен план график работ по внедрению облачных вычислений в вычислительную модель AliEn2. На первом этапе в ЦЕРН будут внедрены облачные вычисления на базе вычислительной фермы высоко уровневого триггера (High Level Trigger), базируясь на решении CernVMFS [3]. Также ключевыми работами в этом году будут: увеличение эффективности использования ресурсов (CPU, памяти, I/O, оптимизация структуры данных), оптимизация использования алгоритмов анализа данных, оптимизация процедур пользовательского анализа, решения проблемы "утечки памяти" в коде (memory leaks), анализ методов доступа к данных (dynamical data placement policies), улучшение качества работы пакетов AliROOT, AliEn2. В текущем году планируется переход на IPv6 маршрутизацию для основных сервисов VOBOX, систем хранения данных SE и увеличение вычислительных ресурсов.

Литература. **1.** Technical Design Report of the Computing, Printed at CERN / The ALICE Collaboration June 2005 - ISBN 92-9083-247-9. **2.** Grid Architecture for ALICE Experiment / [Jianlin Zhu, Pablo Saiz, etc.] Advanced Communication Technology (ICACT), 2012 14th International Conference, p.1209- 1214 **3.** Distributing LHC application software and conditions databases using the CernVM file system / J Blomer — 2011

Свистунов С.Я., Шевченко А.Ю.
Институт теоретической физики им.Н.Н.Боголюбова НАН Украины, Киев, Украина

Состояние и перспективы развития Украинского национального грид. Анализ и логика возможного развития

В докладе рассмотрено состояние, проблемы и перспективы развития Украинского национального грид, его возможности в решении задач определенных в Законе «Об основах развития информационного общества в Украине 2007-2015» [1] и обсуждаются предварительные результаты выполнения "Государственной целевой научно-технической программы внедрения и использования грид-технологий на 2009-2013 годы" [2]. Основные цели и задачи развития Украинского грид, определенные программой, формулируются следующим образом: создание и системная интеграция элементов национальной грид-инфраструктуры (базовых ресурных центров, грид-сайтов, оптоволоконных каналов связи с высокой пропускной возможностью, специализированного гридовского программного обеспечения и информационных ресурсов) в европейскую и мировую грид-инфраструктуру с выполнением требований информационной безопасности.

На фоне явной позитивной динамики развития грид сообщества Украины за последние три года (38 зарегистрированных грид сайтов, создание Базового Координационного центра для управления грид инфраструктурой, функционирование центральных сервисов, приведение нормативной базы в соответствие с требованиями European Grid Infrastructure (EGI) [3], интеграция в Европейскую грид-инфраструктуру EGI на техническом уровне 12 грид сайтов, расширение тематических проектов по использованию грид инфраструктуры в научных исследованиях) проявились и проблемы, сдерживающие полноценную интеграцию в Европейскую грид-инфраструктуру (не желание полноценно интегрировать ресурсы кластеров в единую систему, в связи с неуверенностью в эффективности такого объединения для научных исследований; интеграция ресурсов только в отдельных виртуальных организаций под свои специальные задачи; не желание поддерживать необходимую доступность грид сайтов).

Это обусловило разделение грид инфраструктуры и грид-сообщества Украины в целом на две не равные части: грид сайты, которые интегрированы в Европейскую грид-инфраструктуру EGI, и их администраторы обеспечивают надежное функционирование грид сервисов, а пользователи участвуют в международных виртуальных сообществах и грид сайты, которые не проходят тестирование доступности грид сервисов, а пользователей устраивает начальный уровень предоставления грид-сервисов. В отличие от модели финансирования программы EGI-InSPIRE [4], финансирование отдельных проектов в рамках государственной программы с отсутствием централизованной координации и взаимодействия между проектами создает целый ряд дополнительных проблем связанных с созданием корпоративной культуры грид-сообщества, с риском дублирования работ. Отсутствие развитой практики междисциплинарных взаимодействий в исследовательском пространстве, установившаяся практика финансирования проектов в рамках отдельно взятых научных институтов становятся преградой для ускоренного создания научного грид сообщества.

Преодоление такой ситуации ставит задачу объединения усилий по взаимодействию с европейскими научными инфраструктурами и создание, так называемой, «дорожной карты» развития Украинской грид инфраструктуры. В качестве методологии для описания и предоставления грид-сервисов потребителям выбрана библиотека ITILv.3 (IT Infrastructure Library) [5] , описывающая лучшие практики организации работы компаний, занимающихся предоставлением услуг в области информационных технологий. Библиотека ITIL представляет собой набор документов, которые описывают процессы управления информационными услугами во время их жизненного цикла. В докладе представлена адаптация этих документов на описание и управление грид сервисами, как информационной услуги в Украинской грид инфраструктуре.

Для оценки текущего состояния предоставления грид сервисов потребителям был про-

веден анализ уровней зрелости Украинского грид сообщества на основе стандарта CobiT («Контроль целей информационных и смежных технологий») [6]. Стандарт CobiT определяет шесть уровней зрелости по управлению информационными услугами, от нулевого (отсутствие управления сервисами, отсутствие коммуникации пользователей с разработчиками сервиса и с будущими провайдерами сервиса, использование пользователями сервиса, который работает) до пятого (оптимизированное и надежное предоставление сервиса потребителю). Такой подход был применен в проекте gSLM (Service Delivery and Service Level management in Grid infrastructures) [7] для анализа национальных грид инициатив в EGI. В докладе представлен анализ уровня зрелости Украинского грид сообщества в отношении: предоставления основных грид сервисов, обеспечивающих функционирование грид-инфраструктуры; грид сервисов, обеспечивающих научные расчеты в рамках виртуальных организаций; существующих уровней коммуникаций в грид-сообществе; экосистемы грид сообщества в целом. Проведенный анализ показал, что Украинское грид сообщество находится на втором уровне зрелости, который характеризуется наличием отдельных элементов управления предоставлением грид сервисов, слабой системой обратной связи по контролю качества предоставления грид сервиса, слабой системой коммуникации между провайдерами грид сервиса и потребителями.

Была сделана гипотеза, что расслоение грид-сообщества является естественным при существующем уровне предоставления и управления грид сервисами, требующих высокой квалификации пользователей с одной стороны, а с другой стороны, отсутствие гарантий предоставления необходимого качества грид сервисов. Проведение SWOT анализа показало возможные пути развития грид-сообщества и существующие риски.

В докладе приведены первоочередные шаги, которые необходимо сделать для развития грид сообщества, а именно: обеспечить управления операционной грид инфраструктурой на основе соглашений операционного уровня с мониторингом выполнения соглашений; создать и обеспечить поддержку необходимых инфраструктурных грид сервисов; обеспечить гарантированное предоставление грид сервисов виртуальным организациям с необходимым механизмом обсуждения, заключения и контроля выполнения соглашений; обеспечить необходимый уровень коммуникаций внутри грид сообщества; обеспечеть коммуникации с другими национальными грид- инициативами. Предложенные пути возможного развития Украинского национального грид с учетом стратегических ориентиров Европейского сообщества [8] и стратегии становления информационного сообщества Украины позволят создать критическую массу пользователей, которая обеспечит устойчивость Украинской грид инфраструктуры и позволит играть ключевую роль в выполнении цифровой стратегии Украины.

Литература. **1.** ЗАКОН УКРАЇНИ “Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки” , Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2007, № 12, ст.102 http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/537-16. **2.** ДЕРЖАВНА ЦІЛЬОВА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ПРОГРАМА «Впровадження і застосування грід-технологій на 2009-2013 роки» Постанова Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2009 р. N 1020 http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1020-2009-%D0%BF. **3.** Официальный сайт организации European Grid Infrastructure (EGI) http://www.egi.eu/. **4.** European Grid Initiative: Integrated Sustainable Pan-European Infrastructure for Researchers in Europe. Project reference: 261323, 2010- 2014 , FP7-INFRASTRUCTURES, INFRA-2010-1.2.1 http://cordis.europa.eu/projects/rcn/95923_en.html. **5.** Официальный сайт ITIL http://www.itil-officialsite.com/. **6.** Официальный сайт организации ISACA http://www.isaca.org/Knowledge-Center/cobit/Pages/Overview.aspx. **7.** GSLM (Service Delivery and Service Level Management in Grid Infrastructures) Project reference: 261547, 2010- 2012, FP7-INFRASTRUCTURES, INFRA-2010-2.3.3 http://cordis.europa.eu/projects/rcn/95672_en.html. **8.** Официальный сайт программы:Horizon 2020 - The Framework Programme for Research and Innovation http://ec.europa.eu/research/horizon2020/.

Сергеев А.А.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Параллельное генетическое программирование на графических процессорах

При поиске оптимального решения с помощью генетического программирования (ГП) для оценки новых решений (программ) требуются значительные вычислительные ресурсы. Задача усложняется, когда оценку программ необходимо проводить в течении многих поколений (в контексте эволюционного алгоритма).

Поскольку входные данные в процессе поиска остаются неизменными, оценка новых решений может быть осуществлена параллельно [1]. Можно выделить следующие стратегии реализации параллельного ГП: на уровне команд, одна команда – множество данных (ОКМД); на уровне программ, одна программа – множество данных (ОПМД); на уровне поколений, множество программ – множество данных (МПМД).

К аппаратным решениям, поддерживающим параллельную реализацию ГП, относятся центральные и графические процессоры. Центральные процессоры имеют сложную архитектуру (кэширование, конвейер команд), которая сокращает время выполнения арифметических и логических операций для последовательных данных. Ускорение на графических процессорах достигается за счет увеличения количества вычеслительных блоков (пропускной способности), и как следствие, количества обработанных данных в единицу времени [2].

Увеличение количества процессоров в современных графических ускорителях (ГУ), а также возможность их коммуникации между собой [3], позволяют достичь выигрыша по времени при параллельной оценке программ в ГП. На рисунке 1, изображена абстракция архитектуры ГУ.

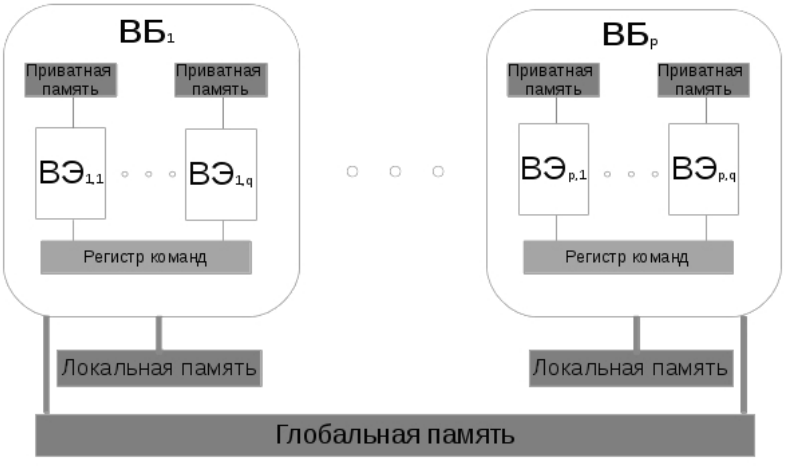


Рис. 1. Абстракция архитектуры ГУ

Из рисунка 1 следует, что ГУ состоит из массива вычислительных блоков (ВБ), каждых из которых содержит массив вычислительных элементов (ВЭ). Данная архитектура позволяет разделить выполняемую программу на меньшие составляющие, обеспечив этим масштабируемость эволюционного алгоритма. В самом простом случае (ОКМД) все вычислительные элементы ВБ выполняют одну команду.

В таблице 1 приведено сравнении стратегий распараллеливания ГП для набора входных данных x[1]...x[m]. Сокращения в таблице: ВБ - вычислительный блок (графический процессор состоит из массива ВБ), ВЭ - вычислительный элемент (ВБ состоит из массива ВЭ).

Выбор стратегии распараллеливания должен быть обусловлен его эффективностью по сравнению с последовательной реализацией ГП. Следует обратить внимание на соотношение количества входных данных и количества генерируемых программ. В таблице 2 приведен

Таблица 1. Сравнение стратегий распараллеливания ГП

Название стратегии	Входные данные	Выполнение программ
ОКМД	В каждый момент времени все данные x[k] распределяются между всеми ВЭ$_{i,j}$, где $k \in [1, pq]$, $i \in [1, p]$, $j \in [1, q]$	В каждый момент времени во все ВЭ$_{i,j}$ записывается одна команда программы P[k], где $k \in [1, pq]$, $i \in [1, p]$, $j \in [1, q]$
ОПМД	В каждый момент времени на все ВЭ$_{i,j}$ подается одно значение x[k], где $k \in [1, pq]$, $i \in [1, p]$, $j \in [1, q]$	В каждый момент времени во все ячейки ВЭ$_{i,j}$, записывается по одной команде из всех программ P[k], где $k \in [1, pq]$, $i \in [1, p]$, $j \in [1, q]$
МПМД	В каждый момент времени все данные x параллельно распределяются между ВЭ$_{i,j}$ заданного ВБ$_k$, где $k \in [1, pq]$, $i \in [1, p]$, $j \in [1, q]$	В каждый момент времени одна команда программы P[k] записывается во все ВЭ$_{i,j}$ заданного ВБ$_k$, где $k \in [1, pq]$, $i \in [1, p]$, $j \in [1, q]$

анализ стратегий распараллеливания ГП.

Таблица 2. Анализ стратегий распараллеливания ГП

Название стратегии	Преимущество	Недостаток
ОКМД	Позволяет параллельно обрабатывать огромный массив данных	При малом количестве данных часть ВЭ остается незадействованной
ОПМД	Оценка каждой программы производится последовательно в заданном ВЭ, что упрощает её пересчет	При малом количестве программ в поколении часть ВЭ остается незадействованной. При выполнении разных команд в ВБ может возникнуть коллизия команд.
МПМД	Параллельная оценка программ (на ВБ), параллельная подача данных (на ВЭ). При малом количестве данных, все ВБ задействованы.	Архитектурное ограничение на количество программ (ВБ) в поколении. При малом количестве программ часть ВБ остается незадействованной.

Для реализации на ГУ подходят две из трех вышеупомянутых стратегий: ОКМД для большого количества данных и малого количества программ в поколении; МПМД для любого количества данных и любого количества программ в поколении. При этом в указанных стратегиях исключается возможность расхождения интерпретации команд ВБ, поскольку во всех ВЭ (в пределах каждого ВБ) выполняются одинаковые команды.

Литература. **1.** D.Augusto, H.Bernardino, H. Barbosa. Parallel Genetic Programming on Graphics Processing Units. Genetic Programming - New Approaches and Successful Applications, InTech, pages 95-114, Oct 2012 **2.** D.Kirk, W.Hwu. Programming Massively Parallel Processors: A Hands-On Approach, Applications of GPU Computing Series, Morgan Kaufmann Publishers, 2010. **3.** S.Ryoo, C.Rodrigues, S.Baghsorkhi. Optimization Principles and Application Performance Evaluation of a Multithreaded GPU Using CUDA. Symp. on Parallel Programming, pages 73–82

Цегелик Г.Г., Краснюк Р.П.
Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна

Математичне моделювання оптимального використання потужностей комп'ютерів у *GRID*-системі

В роботі проведено систематизацію та побудову оптимізаційних моделей організації обчислень в *GRID*-системах.

Однією з технологій створення розподілених систем, що активно розвивається, є *GRID*-технологія, скерована на забезпечення функціонування віртуальних організацій, які вирішують складні задачі з використанням розподілених сховищ даних та потужних обчислювальних ресурсів. Для моделювання такого класу систем використовуються різноманітні підходи, ні один з яких не може розглядатися як вичерпний опис, а представляє лише один з аспектів функціонування чи структури системи. Досить повний огляд існуючих моделей різного рівня абстракції міститься в [1-3].

З обчислювальної точки зору *GRID*-системи за відповідної організації обчислювального процесу дають змогу за прийнятний час загалом розв'язати два класи задач: задачі, в яких можливе паралельне виконання обчислювального процесу, або потоку задач, для яких розпаралелювання неможливе. Можливий варіант одночасного обслуговування *GRID*-системою двох визначених вище типів задач. Тому при управлінні *GRID*-системою постає завдання організації обчислень, що забезпечує їх оптимальний режим.

Математичне формулювання задачі перерозподілу ресурсів. Будемо моделювати *GRID*-систему орієнтованим графом $G = (V, A)$ без петель, $A \subseteq V^2$, $|V| = n$. Множина вершин графа V відповідає множині вузлів, множина дуг A - множині комунікаційних зв'язків. Позначимо через a_i, де $a_i \geqslant 0$ - завантаження i-го вузла (тобто кількість задач, визначених для ресурсу *GRID*-системи з індексом i), $i \subseteq V$. Тоді при збалансованому навантаженні кожен з вузлів повинен обробляти

$$1/n \sum_{j \subseteq V} a_j$$

задач. Позначимо через x_{ij} - кількість задач, які будуть передані комунікаційним зв'язком (i, j), де $(i, j) \subseteq A$. Загальна математична модель задачі збалансованого розподілу завдань містить наступну систему обмежень:

$$\sum_{(j,i) \subseteq A} x_{ji} - \sum_{(i,j) \subseteq A} x_{ij} + a_i = 1/n \sum_{j \subseteq V} a_j, i \subseteq V,$$

тобто, перерозподіл задач повинен забезпечити збалансоване навантаження комп'ютерів *GRID*-системи за природних обмежень $x_{ij} \geqslant 0, (i, j) \subseteq A$.

Критерії оптимальності можуть залежати від різних показників вихідного розподілу навантаження *GRID*-системи, до яких відноситься, наприклад, пропускна здатність комунікаційних ліній зв'язку, що використовуються. Тоді задача буде полягати у визначенні такого перерозподілу обчислювальних задач у системі, для якого виконуються наведені вище обмеження та приймають екстремальні значення критерії $f_{ij}(x_{ij}), (i, j) \subseteq A$, які визначають умови ефективного використання комунікаційних зв'язків. Наприклад, може мати місце критерій

$$f(x_{ij}) = \sum_{(i,j) \subseteq A} b_{ij} x_{ij} \to min$$

де b_{ij} - питома пропускна здатність комунікаційної лінії зв'язку $(i, j) \subseteq A$.

Математичне формулювання двокритеріальної оптимізаційної задачі. Нехай, як і раніше, n - кількість доступних вузлів *GRID*-системи; m - загальна кількість задач, що допускають паралельне виконання у вузлах *GRID*-системи; t_{ij} - час, потрібний для розв'язування i-ї задачі у вузлі j; T_j - час, протягом якого можна використовувати обчислювальні потужності j-го вузла; c_{ij} - затрати на розв'язування i-ї задачі в j-му вузлі *GRID*-системи; $z_{ij} \in \{0, 1\}$, де 1

відповідає випадку розв'язування i-ї задачі в j-му вузлі, а нуль в протилежному випадку.

Тоді задача оптимального використання потужностей *GRID*-системи полягає в такому розподілі задач між вузлами системи, щоб забезпечити одночасно мінімальний час розв'язування всіх обчислювальних задач та мінімальні затрати на їх розв'язування. Математична модель задачі в цьому випадку

$$f_1(z_{ij}) = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} t_{ij}z_{ij} \to min,$$

$$f_2(z_{ij}) = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}z_{ij} \to min,$$

за умов:

$$\sum_{i=1}^{m} t_{ij}z_{ij} \leqslant T_j, j = 1, 2, \ldots, n;$$

$$\sum_{j=1}^{n} z_{ij} = 1, i = 1, 2, \ldots, m;$$

$$z_{ij} \in \{0, 1\}, i = 1, 2, \ldots, m; j = 1, 2, \ldots, n.$$

Математичне формулювання задачі планування використання обчислювальних ресурсів. Математична модель задачі планування зводиться до задачі лінійного бульового програмування:

$$\sum_{j=1}^{n} x_j(t_k) \to min,$$

$$\sum_{j=1}^{n} \beta_{ij}x_j \geqslant 1, i = 1, 2, \ldots, m;$$

де $\beta_{ij} \subseteq \{0, 1\}$, $x_j(t_k) \subseteq \{0, 1\}$; m - кількість завдань, що плануються; n - кількість ресурсів системи, доступних і вільних на момент планування t_k, яке здійснюється на інтервалі часу $[T_0, T_*]$; $x_j(t_k)$ - завдання, що планується для розв'язування на момент планування t_k; j - номер ресурсу; β_{ij} - елементи булевої матриці планування, які у контексті розв'язування задачі визначають можливість виконання i-го завдання на j-му ресурсі, який є вільним на момент планування. Періодичність застосування процедури планування повинна бути більшою за час розв'язування задачі планування. В той же час, періодичність планування повинна забезпечувати і відсутність простоювання ресурсів, що визначається розрахунком мінімального чи середнього часу звільнення ресурсу.

Для розв'язування оптимізаційних задач можна використати потокові та евристичні алгоритми [4], а також метод ідеальної точки.

Література. **1.** Менаске Д., Алмейда В. Производительность Web-служб. Анализ, оценка и планирование - СПб.: ДиаСофт, 2003. - 480 с. **2.** Куссуль Н.Н., Шелестов А.Ю., Лобунец А.Г. Применение методов операционного анализа для оценки производительности *GRID*-систем Кибернетика и вычислительная техника. - 2004. - Вып. 144. - С. 3-20. **3.** Інтернет-портал з GRID-технологій: http://www.gridclub.ru. **4.** Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах: пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 324 с.

***Юрченко В.В.*[1], *Литовченко А.А.*[2]**
[1]*Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина;* [2]*Институт теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова НАН Украины, Киев, Украина*

EMI Execution Service - ключ к обеспечению функциональной совместимости грид инфраструктур

В докладе представлены результаты исследования использования спецификации EMI Execution Service (ES) для обеспечения функциональной совместимости в Украинском национальном грид.

В целях развития и унификации промежуточного программного обеспечения в 2010 году четыре крупных консорциума: gLite, ARC, UNICORE и dCache объединили свои усилия в совместном проекте. Этот проект получил название Европейской инициативы по развитию промежуточного программного обеспечения (European Middleware Initiative, EMI, http://www.eu-emi.eu/). Одной из главных задач проекта EMI является создание общих подходов и внедрение разработанных стандартов для обеспечения унифицированного подхода к реализации вычислительных, информационных и других сервисов в различные middleware. Был введен термин Unified Middleware Distribution (UMD) для обозначения интегрированного дистрибутива из gLite, UNICORE и ARC, dCache.

Рабочей группой OGF Production Grid Infrastructure (PGI) разработана на основе анализа использования вычислительных сервисов в промышленных грид инфраструктурах спецификация EMI Execution Service (ES), результаты исследования использования которой представлены в данном докладе. Ее внедрение обеспечит функциональную совместимость в грид инфраструктурах, в том числе и в Украинском национальном грид, так как будет использоваться единый набор спецификаций и общий интерфейс управления задания. Впервые ES был представлен в релизе EMI 2 в мае 2012 года. Новая версия выпущена в составе EMI 3 (28 февраля 2013).

Темой доклада является исследование реализации спецификации EMI-ES для gLite, ARC. Основные направления - изучение новых модулей и принципов их взаимодействия и определение основных функциональных решений при реализации сервиса ES.

Структура спецификации. В основу спецификации положено, что EMI-ES является вебсервисом и имеет описание WSDL. ES играет роль интерфейса к созданию и управлению задачами (activities). Описание задачи производится в формате ADL (Activity Description Language), диалекте XML. Он позволяет определять необходимые приложения, тип требуемого ресурса, передавать параметры задачи, определять входные и выходные файлы, параметры data staging (управление размещением данных) и другие атрибуты QoS (Quality of Service - качество обслуживания).

Мощная функциональность в сфере управления размещением данных представлена следующими элементами:

- загрузка файлов (stagein) с поддержкой механизмов server data pull и client data push,
- извлечение результатов (stageout) с использованием server data push, client data pull или доступом к сессионной директории во время фазы обработки через GridFTP или другие инструменты передачи данных.

Получение всевозможной информации о ресурсах и задачах производится с помощью ES интерфейса командной строки или используя языки запросов XPATH, XQUERY, SQL. Информация о ресурсах и задачах предоставляется согласно спецификации GLUE2.

Передача делегационных токенов происходит по механизмам GSI - прокси X.509 и SAML - Security Assertion Markup Language (как часть обмена SOAP сообщениями).

Принцип работы. Клиентская часть сервиса EMI-ES реализована в виде модулей, включенных в состав существующих middleware. В gLite утилиты пользовательского интерфейса ES имплементированы как набор отдельных команд, которые по принципу использования пользователем схожи со стандартными командами подачи задания (job submit) на вычислительный элемент (Computing Element - CE). Как серверная часть, ES запускается на CE

как самостоятельных веб сервис. Он взаимодействует с теми же вспомогательными сервисами (Trustmanager, Axis2, BLAH, glExec), что и стандартный сервис управления заданиями CREAM-CE, но действует в рамках своей спецификации.

В middleware ARC, благодаря модульной структуре, сервис ES реализован как часть клиента. При этом посылка задания производится универсальной командой arcsub. В то же время, серверная часть ES представлена модулем в системе AREX - сервисе управления заданиями (job management) в ARC.

На Рис.1 показано устройство EMI-ES и пример взаимодействия трех middleware.

Результаты исследования. В ходе проведения исследований были изучены принципы построения и работы сервиса EMI-ES, возможности обеспечения функциональной совместимости грид ресурсов с различной программной архитектурой.

Были установлены актуальные версии программного обеспечения, поддерживающего спецификацию ES, среди которого - клиентские и серверные части middleware ARC и gLite.

Было проведено тщательное тестирование возможностей сервиса ES, что дало возможность изучить качество обеспечения взаимодействия между клиентом ARC и сервисом управления заданиями CREAM-CE, а также между клиентом gLite и сервисом AREX.

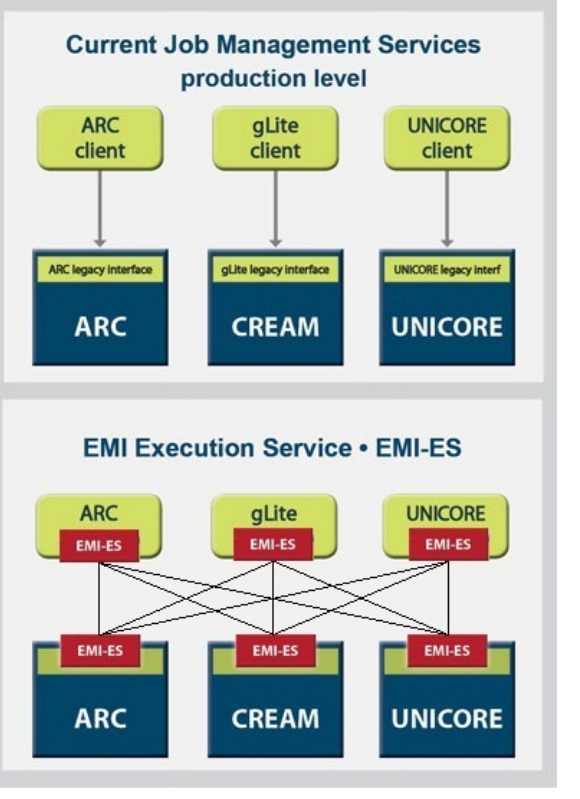


Рис. 1. Устройство EMI-ES

Заключение. В результате выполненных работ можно сделать следующие заключения. EMI-ES, разработанный в качестве стандарта интероперабельности между ARC, gLite и UNICORE, следует принципам унификации и увеличения функциональности. При этом был сохранен привычный пользовательский интерфейс, характерный для каждого отдельного middleware.

Таким образом, интеграция EMI-ES в инфраструктуру грид отобразится на структуре и способе организации управлением заданиями, вследствие чего оптимизирует работу пользователей Грид-ресурсов.

Благодаря единому универсальному формату ADL, принятому в спецификации EMI-ES, грид инфраструктура выходит на такой уровень, когда используя возможности одного middleware, пользователь получает доступ к ресурсам других middleware, использующими данный сервис. Это означает, что пользователи ARC теперь смогут получить доступ к ресурсам gLite и UNICORE, и наоборот.

Литература. **1.** EMI-Compute [Электронный ресурс], http://www.eu-emi.eu/compute. **2.** EMI Execution Service Factsheet [Электронный ресурс], http://www.eu-emi.eu/documents/10147/31168/EMI-ES.pdf. **3.** EMI Execution Service Specification [Электронный ресурс], https://twiki.cern.ch/twiki/pub/EMI/EmiExecutionService/EMI-ES-Specification_v1.16.odt.

This page was left blank intentionally

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Plenary talks

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

High Performance Computing and Microsystems Engineering

Progressive information technologies

4 Progressive information technologies

Section 4

Progressive information technologies

1. Support (mathematical, algorithmic, linguistic, informational-organizational, technical, software) of the control systems, information processing, and development technologies.
2. E-commerce.
3. Information security and guarding.
4. Highly productive operating systems and networks, telecommunication technologies.
5. Data and knowledge bases as the environment of information support for control and design.

Секция 4

Прогрессивные информационные технологии

1. Обеспечение систем управления (математическое, алгоритмическое, лингвистическое, информационно-организационное, техническое, программное), обработка информации и технологии их создания.
2. Электронная коммерция.
3. Информационная безопасность и защита информации.
4. Высокопродуктивные ОС и сети, телекоммуникационные технологии.
5. Базы данных и знаний как среда информационной поддержки управления и проектирования.

Секція 4

Прогресивні інформаційні технології

1. Забезпечення систем управління (математичне, алгоритмічне, лінгвістичне, інформаційно-організаційне, технічне, програмне), обробка інформації та технології їх створення.
2. Електронна комерція.
3. Інформаційна безпека та захист інформації.
4. Високопродуктивні ОС і мережі, телекомунікаційні технології.
5. Бази даних і знань як середовище інформаційної підтримки управління та проектування.

Didenko D.G.
Institute for applied system analysis NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

The advantages of using the DES system OpenGPSS in teaching students

The report deals with questions of the study of the simulation language GPSS in system OpenGPSS in GPSSCloud.

INTRODUCTION. Simulation - is one of the modern methods of systems analysis. Today student's learning simulation is an important factor of civilization. It is the availability and ease of technology cause the widespread use of modeling language GPSS [1], which is easy to learn. That language used in the past in many simulation system such as GPSS/PC [2] and GPSS World [3]. Now, during the transition to the GRID, GPSS used in the discrete-event system simulation OpenGPSS (http://www.simulation.kiev.ua) [4, 5].

Shareware GPSS World Student Version has size model's limitations. In contrast, the sys-tem OpenGPSS - an online discrete-event simulation system with support's of simulation language GPSS. OpenGPSS is designed for automatic separation of tasks between the cluster nodes in cloud for parallel computation and the subsequent assembly of the results. System OpenGPSS can be applied for the preparation of university teachers of theoretical and practical training courses on "Simulation", "Computer simulation", "Modeling of Systems". Students use the system for laboratory work, organization development of simulation models, cus-tomer's models for computer runs, receiving and analyzing results. The main difference between the OpenGPSS is free, work through the browser, and com-patibility with the language GPSS.

OPENGPSS VS GPSS/PC AND GPSS WORLD. OpenGPSS system grew out of GPSS / PC and supports a model in a standard modeling language of the GPSS. Language extension PLUS, which is used in GPSS World is not supported.

Restriction on the dimension of entities removed:

- the number of frequency intervals in the table indefinitely;
- the Pseudorandom number generator (PNG) is unbounded;
- support for nested indirect (nesting depth) is not limited;
- as a function's parameter you can use the expression;
- transaction parameters are integers and can be negative;
- unlimited number of matrix cells.

Also, wherever possible to remove the restriction of integer values:

- the value of transactions parameters are real numbers;
- stored value are working with real numbers;
- in number groups can store real numbers;
- utilization of storage SRj owned represented as [0, 1];
- utilization of the device FRj considered in the usual way (0.709), but not in thou-sandths (709).

The advances should also include:

- support for Cyrillic comments;
- SNA XHj works just as Xj;
- a Boolean expression can be a bitwise "XOR";
- control command CLEAR resets the number of entries in the block;
- GENERATE command can contain a label that is displayed as the name of the gen-erator;
- in the START command does not apply to fields B, C, D;
- limitation of simulation time which were set command SIMULATE, rendered in the user settings;
- view the contents of the command list GROUPS, USERCHAINS, REPORT, EVENTS, STOP EDIT and implemented via the portal menu items;
- the system can perform a number of computer runs at the same time for each user;

- the system has online help by language GPSS;
- available developer forum of simulation models;
- supports twenty nine types of probability distributions from Bernoulli to Weibull.

Systems GPSS / PC and GPSS World do not support queuing with discipline on servicing the interrupt with the absolute priority (DOAP), in contrast to the system OpenGPSS, causing increases counting accuracy of numerical characteristics of devices.

During the execution of a simulation, the user can get online to track the current status of their tasks. The results of the computer running the system in addition to the standard form OpenGPSS also have additional fields: "The frame number of computer simulation", "Astronomical start time simulation", "Astronomical end time modeling" and "Simulation interval in seconds."

System OpenGPSS implemented on a cluster and a cloud environment OpenGPSS Cloud, which will have the following features:

- monitoring of simulation experiments;
- managing the process of simulation experiments;
- changing parameters modeling the "fly";
- multi-user access;
- a concept of SAAS ("software as a service");
- save the results of experiments;
- cross-platform client;
- implementation of distributed simulation synchronization of simulation models, independence of location of customers.

CONCLUSION.

1. OpenGPSS simulator can be used for laboratory work engineering students in disciplines related to the support of decision-making.
2. OpenGPSS system is free, so can be easily scaled to the high amount of students.
3. No need to install the software because the system OpenGPSS works through a standard web-browser.
4. There are many books and forums in English [1,9], in Russian [2–8] and even Ukrainian [10] for GPSS language.
5. Performing computer system runs OpenGPSS occurs in GPSS-Cloud, while not loaded with the user's computer.

Література. **1.** Simulation Using GPSS, Thomas J. Schriber, 1974, John Wiley & Sons. **2.** Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS. - М.: Бестселлер, 2003. - 416 с. **3.** Бражник А.Н. Имитационное моделирование: возможности GPSS WORLD. - СПб.: Реноме, 2006. - 439 с. **4.** Діденко Д.Г. Хмарні обчислення OpenGPSS Cloud. //Сьома міжнародна науково-практична конференція «Математичне та імітаційне моделювання систем (МОДС-2012)». - Чернігів. - 2012. - С.249-253. **5.** Діденко Д.Г. Порівняння точності підрахунку числа Пі у системах моделювання OpenGPSS, GPSS\World та AnyLogic. //Сьома міжнародна науково-практична конференція «Математичне та імітаційне моделювання систем (МОДС-2012)». - Чернігів. - 2012. - С.264-267. **6.** Боев В.Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World: Учеб. пособие. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 368 с.: ил. **7.** Замятина Е.Б. Современные теории имитационного моделирования: Специальный курс. - Пермь: ПГУ, 2007. - 119 с. **8.** Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. - СПб.: КОРОНА принт; М.: Альтекс-А, 2004. - 384 с., ил. **9.** Averill M. Law and W. David Kelton. Simulation modeling and analysis - third edition. McGraw-Hill: 2000. – 800 p. **10.** Томашевський В.М. Моделювання систем. - К.: Видавнича група BHV, 2005. - 352 с.: іл.

Didkovska M.V., Sobolevska Iu.V.
Institute for applied system analysis NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Load testing automation based on UML models

Many systems ranging from e-commerce websites to telecommunication infrastructures must support concurrent access by hundreds or thousands of users. Studies show that many problems reported in the field are not related to feature bugs, but to systems not scaling to field workloads. The inability to scale causes catastrophic failures and unfavorable media coverage. Unlike many functional testing techniques (e.g. unit testing or integration testing), which focus on testing a system based on a small number of users, load testing studies the behavior of a system by simulating hundreds or thousands of users performing tasks at the same time. The primary goal of a load test is to verify whether a system's functionality and performance can scale to a large number of users. This verification is difficult, due to the following challenges [1]:

1. No Documented System Behavior: Correct and up-to-date documentation of the behavior of an application rarely exists.
2. Monitoring Overhead: Techniques that monitor or profile an application have a high overhead on an application and are not suitable for a load test.
3. Time Pressure: Load testing is usually the last step in an already delayed release schedule. The time allocated to analyze a test is even more limited, as running a load test usually takes days.
4. Large Volume of Data: A load test records performance metrics and logs that are usually hundreds of megabytes or even larger. This data must be analyzed thoroughly to uncover any problems in the load test, yet, in-depth manual analysis is not possible.

On the other hand, software testing process has a high cost when compared to the other stages of software development. Automation of software testing through reuse of software artifacts (e.g. models) is a good alternative for mitigating these costs and making the process much more efficient and efficacious. Model-Based Testing (MBT) is a technique to automatic generation of testing artifacts based on software models. For software development, the most spread modeling language in either the industrial or academic environments is UML. In such environments, it is desirable to reuse UML models also for MBT, avoiding re-building a different model exclusively for testing automation. These are the main reasons that make these semi-formal models an alternative to implementing MBT [2].

One of the proposed load testing methods, based on the UML sequence diagram and other UML criterions, is made up of two models: sequence diagram and active executable graph. In the first stage, a UML sequence diagram is transformed to an active executable graph. In the second stage, the performance analysis is carried out on the active executable graph. The system response time is taken as the standard for the single user case, and hardware resource using ratio is considered under the multi-user case [3]. To generate performance testing results can be taken a performance test system, whose input is XMI format-based UML model files. As a result, software performance can be tested and analyzed in the early life cycle with ordinary and effective method.

Important advantages of model-based testing are formal test specifications that are close to requirements, traceability of these requirements to test cases, and the automation of test case design, which helps reducing test costs.

References. **1.** Zhen Ming Jiang. "Automated Analysis of Load Testing Results," Proceedings of the Nineteenth International Symposium on Software Testing and Analysis, ISSTA 2010, Trento, Italy, July 12-16, 2010. **2.** Avelino F. Zorzo Leandro T. Costa Hugo V. Vieira Maicon B. da Silveira, Elder M. Rodrigues and Flavio M. de Oliveira. "Generation of Scripts for Performance Testing Based on UML Models," Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering Knowledge Engineering (SEKE'2011), Eden Roc Renaissance, Miami Beach, USA, July 7-9, 2011. **3.** HuangYuZuo. "Research on Performance Testing Based on UML Sequence Diagram," M.S. thesis, 2008.

Didkovska M.V., Sobolevska Iu.V.
Institute for applied system analysis NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Architecture of load testing frameworks for distributed information systems

Distributed information system (DIS) is a system that connects a number of information systems (IS) using network communication technology. The testing of these systems is difficult due to their non-linear, stochastic and dynamic behaviors, and limited application-level testing support.

While test automation of functional testing can be substituted by manual testing but load testing is always done with automated tools or not done at all.

The requirements of advanced distributed systems with respect to testing architectures are not met by Conformance Testing Methodology and Framework (CTMF) (ISO International Standard 9646-1, 1995). There exists today no unified approach for a flexible and adaptable testing architecture. However, a generic test system architecture equally well fits the different testing types. The idea for a generic test architecture is a tool box of elements, which can be combined generically to a test architecture suitable for a specific application or system to be tested. A test architecture comprises several instances of different types of components. such as:

1. implementation under test (IUT), i.e., the implementation or a part of the distributed application to be tested;
2. interface component (IC), i.e., a component which is needed for interfacing IUTs, e.g., an underlying service or an application in which an IUT is embedded;
3. test component (TC), i.e., a component which contributes to the test verdict by coordinating other TCs or controlling and observing IUTs.
4. controlled component (CC), i.e., a component which does not contribute to the test verdict but provides SUT specific data to TCs or the SUT, e.g., a load generator, an emulator or a simulator;
5. communication point (CoP), i.e., a point at which communication takes place and at which communication can be observed, controlled or monitored;
6. communication link (CL), i.e., a means for describing possible communication flows between TCs, IUTs, NCCs and CCs;
7. system under test (SUT), i.e., a combination of ICs and IUTs [2].

Load testing Framework enables repeatedly building new load test agendas without recording a new script, eliminating the additional work that may have been caused by changes to the UI.

As one of the realizations the Load Testing Framework can avoid dependence on the UI by directly calling the pre-defined system APIs, like any other callable object and access an external resource to get the parameters for the agenda for each of the calls.

An important distinction between functional testing and load testing is that while both the client and the Server are tested together in functional testing, each of these components is tested separately during load testing. Adding the client side load into the equation would skew the results because the client processing depends on the client machine (CPU and Memory) which is not simulated using the virtual client load testing model. The system API is a new layer that must be mentioned, which is now easier to describe in the context of the growing adoption of service oriented architecture (SOA). In the SOA world the system API are the set of services offered by different sub systems and consumed by the client application, usually in the form of web services. System APIs are of course not limited to the implementation of SOA web services. Any reasonably stable system has some form of separation between the GUI and the business logic, so the business logic functions can be accessed via a stable System API.

Since API's are considered more stable than the trendy GUI application consuming them, a method of load testing which is not affected by the ever changing GUI application would create significant cost savings.

Below is the list of the base components which comprise the frameword:

- System under test with System API

The system being tested is not itself part of the framework, nor is anything that has to be installed on it. The framework accesses the listed, pre-defined system API.

- System API proxy layer

This layer represent a static entry point for each of the system API. This layer is built by the testing team as a onetime effort and serves as a basis for all future load testing of the system and the services provided by that system. Each entry point includes only a place holder for parameters, not the specific parameters for each call.

- API Abstraction layer

This layer serves two purposes. First, it provides objects such as interfaces for the system services and makes them easily accessible from the agenda. The second purpose is to provide an abstraction layer for changes in the system API in case they happen. Advanced users can use this layer to achieve better modularity in their test code by wrapping little static system calls in the same object or by using this object for state management between calls.

- Load Testing agenda layer

This is the load test agenda written by the load testing team. The agenda contains the test code itself, implementing the test logic and setting the specific parameters for each function call.

- Parameterization support

The parameterization support layer allows the tester to read parameters from different data sources, including text files, excel files and databases. This layer also allows the tester to write their own plug-ins for accessing [1].

Depending on the characteristics of the network component under test, different types of performance test configurations are defined: end-user telecommunication application, end-to-end telecommunication service and communication protocol. Foreground test components (FT) implement control and observation of the network under test. Background test components (BT) generate continuous streams of data to load the network component under test. Monitor components are used to monitor the real network load during the performance test. BTs do not control or observe directly the network under test but implicitly influences the network under test by putting the network into normal and overload situations [2].

According to another approach used for Automated Performance Engineering of Distributed Real-Time systems the frameword can be comprized of [3]:

- Scenario Design Paradigm (SDP), used to speed up the process of constructing SDL functional models.
- SDT case tool, used to execute SDL functional models and record traces.
- The Model Builder, used to extract performance models automatically from the execution traces of functional models.
- The Model Solver, used to solve the performance models and provide performance metrics.
- The Optimizer, a prototype tool produced by this research, used to interpret performance model results and recommend design changes to improve the design.

Among the existing Automated Load Testing (ALT) frameworks for Distributed Information Systems (DIS) interesting approach was used for BizUnit framework. It is a flexible and extensible declarative test framework targeted that rapidly enables the ALT of DIS. Its approach is to enable test cases to be constructed from generic reusable test steps, test cases are defined in XML which allows them to be auto-generated and also enables the 'fixing up' of Url's for different environments, e.g. test, staging and production environments.

References. **1.** Sergio Mikacevich. "Building A Performance Testing Framework How To," Radview Software, 2013. **2.** T. Walter , I. Schieferdecker, J. Grabowski. "Test Architectures for Distributed Systems - State of the Art and Beyond", Testing of Communicating Systems, volume 11, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, 1998. **3.** Hesham M. El-Sayed, I. Schieferdecker , J. Grabowski. "A Framework For Automated Performance Engineering of Distributed Real-Time Systems", PhD thesis, Carleton University. Ottawa, Canada, 1999.

Hodych O.V., Chaykivskyy N.B., Prokopiv Y.O., Maikovych O.L.
National University "Lvivska Polytechnika", Lviv, Ukraine

Object-relational mapping: Limitations of data querying

Despite a recent surge of NoSQL databases, the vast majority of Enterprise Applications depend on Relational Database Systems that provide the most adequate solution for managing data. In fact, many researches show that NoSQL capabilities are mainly applicable in the domains where there is a lot of poorly structured data such as documents, while Enterprise domains are best represented with a proper model that captures structural aspects and relational dependencies. Object-oriented programming languages serve as the most popular choice for developing Enterprise Applications that require efficient ways to communicate with relational databases. Current ORM solutions, which are used to resolve object-relational impedance mismatch, provide significantly less powerful query mechanisms than existing RDBMS systems. The result of our research provides a way to overcome many limitations of data querying facilities offered by modern ORM frameworks.

Introduction. The main emphasis in modern ORM frameworks is heavily shifted towards approaches for the best mapping of object-oriented concepts such as classes, inheritance, encapsulation to the relational concept (sets and relations) [1,2]. This area is well developed and there are industry wide initiatives for producing an API standard similar to SQL. One of such standards is Java Persistence API (JPA) [3], which has a vibrant community and dynamic adaptation by many vendors.

However, there is still a lot of debate about advantages and disadvantages of ORM solutions [4,5]. One of the weakest aspect of ORM remains its limitation of data querying capabilities that are significantly behind of its relational counter part – Structured Query Language. We believe that the reason for this lies in the way Enterprise Systems are structured:

- Front-end applications for the majority of users, which are frequently build using OOP languages and thus requiring an ORM framework. Usually, such applications have rather rudimentary support for analytical features.
- External business intelligence tools that provide rich analytical capabilities, but completely ignore the application layer (i.e. the domain model expressed in object-oriented terms), and instead work directly with the underlying database.

Existing technologies such as Hibernate, EclipseLink, Microsoft Entity Framework have a limited data querying support. And while ORM frameworks try to hide relational nature of databases, their querying mechanisms still very closely resemble relational operators from SQL.

The holistic approach to information system modelling is essential for making sustainable applications that could fulfil the needs of different groups of users. One of the evident proofs of this is the emerging concept of *Embedded Business Intelligence* that brings analytical capabilities back to the core system. This concept offers instant decision making and immersive user experience, and its implementation requires a holistic information system design with proper domain modelling and information retrieval function [6]. A fully capable data querying mechanism is an inherent building block of such systems. In our view this should be achieved by close integration between the domain model and the querying mechanism that would allow tapping into the knowledge it captures.

Object graph traversal. Object composition serves as the way for modelling relationships between domain entities in OOP [7]. Thus, if it is necessary to access an object property in the context of some other object the notion of *dot-notated property path* is used, where the dot symbol (aka *navigation operator* [3]) separates properties from each other. Dot-notated paths represent paths in object graphs stored in computer memory and provide an essential mechanism for accessing data represented as objects. Therefore, traversal of dot-notated paths from the relational perspective is one of the key aspect for data querying. Current ORM frameworks translate dot-notated paths into a series of INNER JOIN operators, which are applicable only to non-collectional composition[5]. Our

This research is undertaken with the support of Fielden Management Services Pty. Ltd. (Melbourne, Australia).

[5]Composition representing only many-to-one and one-to-one associations, many-to-zero and one-to-zero are also not supported.

model for relation traversal supports automatic selection of the most appropriate strategy – INNER JOIN, OUTER JOIN, EXISTS and their combination. This is achieved by close integration with the underlying domain model and its metadata in conjunction with high level query language (Entity Query Language [8]) that is implemented as an internal DSL based on progressive interfaces [9].

Another important advancement supported by the developed query mechanism is the transparent use of collectional properties (i.e. one-to-many relationship). This provides a proper object-oriented approach to data query unlike existing ORM solutions that enforce the explicit use of set operators to achieve the same result. The following example illustrates some of the described features. This query retrieves all Mercedes vehicles that consumed more A-95 fuel than PULLS-95 over their lifetime.

```
select(Vehicle.class).
where().
  prop("vehModel.make").eq().val("MERCEDES").
  and().
  sumOf().prop("fuelUsages.qty").with().prop("fuelUsages.fuelType").eq().val("A-95").
    gt().
  sumOf().prop("fuelUsages.qty").with().prop("fuelUsages.fuelType").eq().val("PULLS-95").
model();
```

Relational concepts in object-oriented querying. One of the key requirements for more advanced data querying is the ability to base queries on the results of other queries (i.e. subqueries in the FROM clause). Such support is well established in SQL, but is completely lacking in current ORM solutions. The challenge to develop this mechanism is in bringing a pure relational concept of working with sets of tuples into the object-oriented domain model. However, realising that any object can be decomposed into its properties, the notion of data tuple naturally translates into the tuple of properties from existing domain entities that preserve the knowledge of its type and metadata. The following example illustrates the use of this functionality. This query retrieves previous month maintenance cost, modelled by a separate non-persistent class PrevMonthMaintCost, for all Mercedes vehicles that exceeded the amount of 500.00.

```
select(
    select(WorkOrder.class).
    where().prop("transDate").within().prevMonth().
    groupByAndYield().prop("vehicle").
    yield().sumOf().prop("totalCost").as("cost").
    model()
).
where().
  prop("cost").gt().val(500.00).
  and().
  prop("vehicle.vehModel.make").eq().val("MERCEDES").
model(PrevMonthMaintCost.class);
```

References. **1.** J. M. Barnes. (2007). *Object-Relational Mapping as a Persistence Mechanism for Object-Oriented Applications* [Online]. Available: http://digitalcommons.macalester.edu/mathcs_honors/6/ **2.** G. Hambrick, K. Brown, R. Barcia, R. Peterson, K. S. Bhogal, *Persistence in the Enterprise: A Guide to Persistence Technologies*, IBM Press, 2008. **3.** L. DeMichiel. (2012). *JSR 338: Java Persistence API, Version 2.1* [Online]. Available: http://jcp.org/aboutJava/communityprocess/pr/jsr338/index.html **4.** T. Neward. (2006). *The Vietnam of Computer Science* [Online]. Available: http://blogs.tedneward.com/2006/06/26/The+Vietnam+Of+Computer+Science.aspx **5.** M. Fowler. (2012). *OrmHate* [Online]. Available: http://martinfowler.com/bliki/OrmHate.html **6.** A. Olivé, *Conceptual Modeling of Information Systems*, Springer, 2007. **7.** R. C. Martin, *Agile Software Development, Principles, Patterns, and Practices*, Prentice Hall, 2002. **8.** O. Hodych et al., "Visual Domain-Specific Query Language for Business Applications", in *SAIT-2012*, Kyiv, Ukraine, 2012, pp. 311-312. **9.** M. Fowler, *Domain-Specific Languages*, Addison-Wesley Professional, 2010.

Myroshnikova I.Yu., Rodionov A.M.
Institute of Physics and Technology NTUU "KPI", Kiev, Ukraine

Reinforcement learning approach for grid resource allocation with reputation management

Grid computing allows one to access, utilise and manage heterogeneous resources in virtual organisations across multiple domains and institutions. Virtual organizations represent groups of users with similar access rights, which contributes to the grid, by making its computing resources available, and by maintaining them.

Problem statement. One of the resource allocation problems in grid is choosing resource for task processing. Some approaches represent users and brokers as reinforcement learning agents, so grid environment becomes highly dynamic, and the usual conditions for convergence to an optimal policy do not necessarily hold [1]. As the alternative, one of the parts in grid architecture could be scheduler, which receives tasks and then send them to the resource provider [2]. Scheduler should make decisions about assigning tasks to resources based on predicted resource behaviour, choosing resource, that will optimize some criteria. This prediction could be done using statistics of the resource different task types completing.

Existing approach. Grid scheduling problem was formalized as reinforcement learning problem [3]. State is represented by a limited set of real-valued variables: the expected time remaining to task completion, the number of currently idle machines, the workload (the total execution time of tasks waiting in the queues), the average user utility function expected to be received by the currently running tasks, the current share of resources resulting from previous allocation, along each virtual organisation in grid.

Action space is formed based on job assigning and completing characteristics. Trade-off between exploitation and exploration were chosen to be ϵ-greedy strategy. Utility function computed for resource after every completed task is used as a reward.

The authors use on-policy learning algorithm SARSA, modified with neural networks, chosen to be approximation architecture (RL system then should be trained offline). They combine utility functions with reinforcement learning approach in order to increase overall system adaptability to changes in resources and users behaviour.

Reputation model for Grid-based virtual organisations was presented in [4]. Reputation is one measure, used for prediction some resource or user characteristics (e.g., corresponding real QoS and mentioned in contract). The authors use utility functions to define the reputation of resource in relation to a particular characteristic.

Aim of the research. We are going to extend reinforcement learning approach, proposed in [3], with the reputation notion. Resource providers reputation can improve allocation of users task to more reliable resources. User reputation can be used to define security level for users and assigning tight measures when accessing resources. It also could be used for more complex rules of computing resource providers reputation (e.g., resource reputation may become a measure of importance of resource utility function, formed by the user for the task completing on the resource).

Modeling. During this research we are going to compare extended framework with reputation-based approach in [4] using some simulation environments.

References. **1.** Galstyan, A., Czajkowski, K., & Lerman, K. (2005). Resource Allocation in the Grid with Learning Agents. *Journal of Grid Computing*, 3(1), 91–100. **2.** Haruna, A. A., Nordin, B. Z., & Narleeni, H. (2012). Grid Resource Allocation: A Review. *Research Journal of Information Technology*, 4(2), 38–55. **3.** Perez, J., Germain-Renaud, C., Kegl, B. & Loomis, C. (2008). Grid Differentiated Services: A Reinforcement Learning Approach. *Cluster Computing and the Grid, 2008* (pp. 287-294). **4.** Arenas, A., Aziz, B., & Silaghi, G. C. (2008). Reputation management in grid-based virtual organisations. *Proceedings of the International Conference on Security and Cryptography* (pp. 538–545). Porto: INSTICC Press.

Navrotskyi D.O.
National Aviation University, Kyiv, Ukraine

Ground-to-UAV-to-Ground hardware and software complex with encrypted communication channel

The unmanned aerial vehicles (UAV), commonly known as drones, enjoy quite widespread use. The demand for drones is very high. Drones are not manufactured in Ukraine. Research is currently being conducted with the aim of designing a Ukrainian UAV. The pilot-to-UAV communication channel is a vulnerable spot, so special attention is devoted to security of control commands.

There are various methods of protecting information [1]. After studying and analyzing theoretical, technical, and technological problems associated with receipt, processing, and transmission of information we have synthesized a stream-block encryption algorithm.

Using advanced mathematical methods, information technologies and equipment in designing a hardware and software complex with encrypted communication channel we have developed a model of drone.

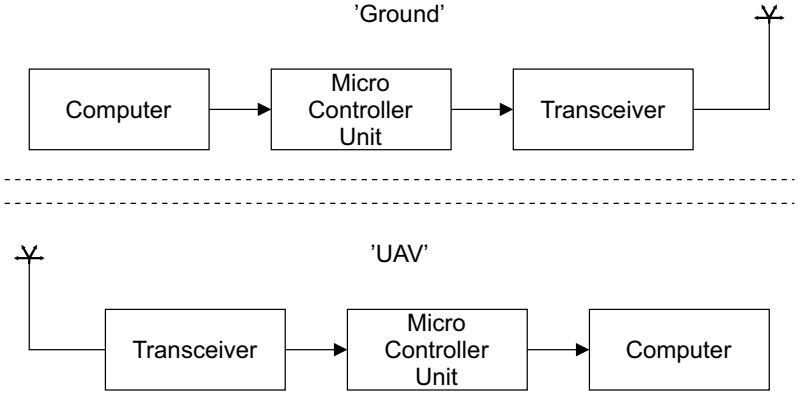


Figure 1. Structural scheme of a model of Ground-to-UAV-to-Ground hardware and software complex.

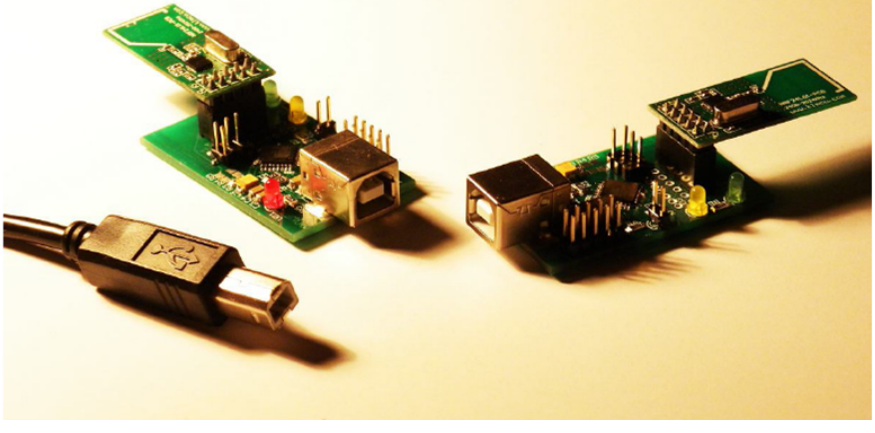


Figure 2. Photographs of a model of Ground-to-UAV-to-Ground hardware and software complex.

The experimental research findings proved expediency of using a stream-block cipher with dynamically variable size of encrypted block.

References. 1. Cryptographic Hardware and Embedded Systems. - 14th International Workshop, Leuven, Belgium, September 9-12, 2012, Proceedings, 562 p., www.springer.com/computer/security+and+cryptology/book/978-3-642-33026-1,

***Podolsky S.V.*[1], *Zorin Yu.M.*[2]**
[1]*EPAM Systems, Kyiv, Ukraine;* [2]*National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

O(1) delta component computation technique for quadratic assignment problem

The paper describes a novel technique that allows to reduce by half the number of delta values that were required to be computed with complexity O(N) in most of the heuristics for the quadratic assignment problem. Using the correlation between the old and new delta values, obtained in this work, a new formula of complexity O(1) is proposed. Found result leads up to 25% performance increase as compared to such well-known algorithms as Robust Tabu Search and others based on it.

The quadratic assignment problem (QAP) is one of the most challenging combinatorial optimization problems. The problem formulation is as follows. There exist N locations and N facilities. Distances between each pair of the locations and flow values (i.e. number of transportations) between each pair of facilities are provided. The goal is to assign all facilities to different locations so that to minimize the sum of all distances multiplied by the corresponding flows.This could be formulated in a form of the objective function

$$\min \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} d_{ij} f_{\pi i \pi_j} \tag{1}$$

where π_x is a facility assigned to location x ; d_{ij} is the distance between locations i and j ; $f_{\pi_i \pi_j}$ is the flow between facilities π_i and π_j.

Since the problem is NP-hard [1] there is no exact algorithm that could solve the QAP in polynomial time. Furthermore, the travelling salesman problem (TSP) may be considered as a special case of the QAP for the case where all of the facilities are connected via flows of constant value into a single ring, while other flows are set to zero. Thus, QAP could be considered more challenging than TSP. One of the most efficient heuristic algorithms for the QAP is the Robust Tabu Search (Ro-TS) by Eric Taillard [2], which produces high quality solutions even for very large instances. Among other successful heuristics are genetic algorithms [3], ant systems [4] and others. Typically, the predominant majority of them are based on a similar approach of the neighborhood representation obtained by pairwise exchange of elements in the solution vector.

The process of neighborhood scanning defined in the Ro-TS is one of the most representative environments subject to improvement, since the Ro-TS performs initial solution construction and objective function (1) evaluation only once at the beginning of the algorithm before main iterations start. During the initial stage, a random solution vector is generated and its cost is evaluated by objective function as defined by (1). On each main iteration of the Ro-TS, a move, which relies on the exchange of two elements from the current solution vector is performed. A pair of elements to be exchanged is selected among all C_N^2 pairs in accordance with Δ_{ij} minimization criterion. After exchange, a new cost could be obtained from the previous cost by adding a Δ_{ij} term, where all C_N^2 values Δ_{ij} are computed during the initial stage of the Ro-TS (each with the time complexity O(N)) before the main iterations

$$\Delta_{ij} = (d_{ii} - d_{jj})(f_{\pi_j \pi_j} - f_{\pi_i \pi_i}) + (d_{ij} - d_{ji})(f_{\pi_j \pi_i} - f_{\pi_i \pi_j}) +$$
$$+ \sum_{g=1, g \neq i,j}^{N} [(d_{gi} - d_{gj})(f_{\pi_g \pi_j} - f_{\pi_g \pi_i}) + (d_{ig} - d_{jg})(f_{\pi_j \pi_g} - f_{\pi_i \pi_{ig}})] \tag{2}$$

Each time after the two elements exchange, all C_N^2 values Δ_{ij} become unfeasible and must be corrected. Clearly, the new Δ_{pq} value (after the elements p and q have just been exchanged) is evaluated trivially as $-\Delta pq$ reflecting the reverse exchange of the same pair. For all Δ_{ij} which do not involve the two elements p and q that were exchanged, i.e. $i, j \cap p, q = 0$ values Δ_{ij}^* can be

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

evaluated using their old values Δ_{ij} with complexity O(1):

$$\Delta^*_{ij} = \Delta_{ij} + (d_{pi} - d_{pj} + d_{jqi} - d_{qi})(f_{\pi_p\pi_j} - f_{\pi_p\pi_i} + f_{\pi_q\pi_i} - f_{\pi_q\pi_j}) +$$
$$+(d_{ip} - d_{jp} + d_{jq} - d_{iq})(f_{\pi_j\pi_p} - f_{\pi_i\pi_p} + f_{\pi_i\pi_q} - f_{\pi_j\pi_q})$$

However, as has been observed by Taillard [2], for those Δ_{ij} which involve one of the indices p or q from the last exchange, i.e. $|i, j \cap p, q| = 1$, all new values Δ^*_{ij} must be evaluated anew with complexity O(N) by (2). This technique of complete delta recomputation became widespread since it was originally described by Taillard and proceeded without much improvement into further researches such as that of Reactive Tabu Search and is still used nowadays in miscellaneous the Ro-TS implementations.

This paper reveals how to bypass this issue and to evaluate with linear time complexity only half of deltas involving nodes from the last pair exchange. Suppose we have three elements with indices i, j, k in the solution vector and the values $\Delta_{ij}, \Delta_{ik}, \Delta_{jk}$ are known. Our purpose is to exchange a pair of elements i, j and to compute new values Δ^*_{ik} and Δ^*_{jk} afterwards. First, we have considered the assignments of flows $f_{\pi_i\pi_g}, f_{\pi_j\pi_g}, f_{\pi_k\pi_g}$ to distances d_{ig}, d_{jg}, d_{kg} where by g we denote an arbitrary element from the rest of $N-3$ elements distinct from i, j, k . All the values $\Delta_{ij}, \Delta_{ik}, \Delta_{jk}$ include the terms $\delta_{ij}, \delta_{ik}, \delta_{jk}$ that indicate the cost change caused by reassignments of flows to distances to (from) element g after corresponding pairs exchange. Similarly, the new values $\Delta^*_{ij}, \Delta^*_{ik}, \Delta^*_{jk}$ that we need to compute after the elements i and j are exchanged will contain the new terms $\delta^*_{ij}, \delta^*_{ik}$, and δ^*_{jk} . It is important to note, that exactly these $N-3$ terms δ^*_{ik} and δ^*_{jk} for each arbitrary element g require computations of complexity O(N) for each new Δ^*_{ik} and Δ^*_{jk} values evaluation. In this work we have shown that from the RHS of expressions for $\delta_{ij}, \delta_{ik}, \delta_{jk}, \delta^*_{ik}, \delta^*_{jk}$ a correlation between them can be formulated. This correlation signifies that it is not necessary to compute both new values δ^*_{ik} and δ^*_{jk} simultaneously. It is enough to compute anew just one of them and the second one could be evaluated via the first one using previous delta values.

So far we have considered only those terms $\delta_{ij}, \delta_{ik}, \delta_{jk}, \delta^*_{ik}, \delta^*_{jk}$ which correspond to connections of our elements i, j, k with each of the other $N-3$ elements. Now, if we consider the terms which indicate the cost change caused by assignments of flows to distances among the elements i, j, k the following final reduced formula will be obtained to compute all new values Δ^*_{jk} with the time complexity O(1)

$$\Delta^*_{jk} = \Delta_{jk} + \Delta_{ik} - \Delta_{ij} - \Delta^*_{ik} -$$
$$-(d_{ij} - d_{ik} - d_{ji} + d_{jk} + d_{ki} - d_{kj})(f_{ij} - f_{ik} - f_{ji} + f_{jk} + _{ki} - f_{kj})$$

Thus, now we are required to compute only $N-2$ instead of $2(N-2)$ new delta values with complexity O(N), and the rest with O(1). However, it was still unclear whether that would significantly affect the iteration performance. The answer was obtained after the Ro-TS open source C++ code was profiled using MS Visual Studio Profiling tools on Tai100a QAP instance. The method which computes deltas anew took over 50% of total samples being the most expensive call, while the method updating each of other deltas with O(1) time complexity took only 29% of total samples. Therefore, we suggest that computational time per iteration could be successfully reduced by up to a quarter using the proposed formula, especially on large QAP instances.

References. **1.** S. Sahni and T. Gonzalez, "P-complete approximation problems," J. of the ACM, v. 23, pp. 555–565, 1976. **2.** E. Taillard, "Robust tabu search for the quadratic assignment problem," Parallel Computing, v. 17, pp. 443–455, 1991. **3.** D. M. Tate and A. E. Smith, "A genetic approach to the quadratic assignment problem," Computers and Operations Research, v. 22, pp. 73–83, 1995. **4.** A. Colorni and V. Maniezzo, "The ant system applied to the quadratic assignment problem," IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol. 11, pp. 769 - 778, 1999.

Proskurnia I.S., Bruzgys Z., Girdzijauskas S.
KTH - Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden

Gossip learning with linear models on fully distributed data over clustered graphs

There is an increasing interest in distributed machine learning algorithms. A gossip learning algorithm was proposed that works on a random graph with fully distributed data. The goal of this research is to analyse the behaviour of this algorithm on clustered graphs. Experiments show that this algorithm needs to be modified in order for it to work on clustered graphs. A triangulation technique was introduced. It modifies the original peer sampling algorithm and is used to limit model exchange between different clusters. Results show that with such algorithm it is possible to find models of local objective functions.

Peer-to-peer (P2P) is a system model in which every participant (peer) is equal. Peers are connected to each other in such a way that they form a graph. Moreover, P2P communication and peers themselves are unreliable, i.e. peers may fail, and messages may get delayed, may get lost and may not be delivered at any time. Systems designed for this environment are usually robust and scalable, since no central servers are needed. Adding more computation resources to such system is the same as adding more peers. These systems usually consist of a large number of peers that communicate by passing messages to each other.

Furthermore, such P2P systems can offer security to some extent. They could be used to protect sensitive data such as personal data, preferences, ratings, history, etc. by not disclosing it to other participants. For example, in P2P the data could be completely distributed, so that each peer knows only about his data. In such case, an algorithm could be run locally and only a result of an algorithm could be shared among peers. This may ensure that there is no way for peers to learn about the data kept in other peers.

This security characteristic of P2P networks can be used to build machine learning algorithms on fully distributed data. Márk Jelasity et al. in their work [1] present such algorithm that uses gossiping for sharing predictive models with neighbour peers. We can assume that in this algorithm a random walk is performed in the P2P network. During this random walk, ensemble learning is performed, that is, model built during the random walk is merged with the local model stored at each peer. After merging two models, a merged model is then updated with the local data (which is stored at each peer) and then used in the next step of a random walk. Márk Jelasity et al. conclude that in P2P networks that form a random graph such algorithm converges. Moreover, they state that this algorithm is more effective than the one that gathers the data before building the prediction model. It is so because peers exchange only models that may be considerably smaller than the data.

Although, Márk Jelasity et al. proved that in random graphs this gossip learning algorithm converges, it is still unclear if such convergence may be achieved in clustered graphs. Moreover, the behaviour of such convergence may provide these results:

- every peer after a number of iterations will have a model that represents the data on a local cluster;
- after more iterations every peer will have a model that represents the data on every peer.

This paper describes a gossip learning algorithm that:

- uses a framework described in [1] with Adaline gradient descent learning algorithm;
- analyses gossip learning algorithm's convergence properties on random and clustered graphs;
- describes a graph generating tool that generates random and clustered graphs.

References. **1.** R. Ormandi, I. Heged-Hus, and M. Jelasity. Gossip learning with linear models on fully distributed data. Concurrency and Computation: Practice and Experience, 2012.

Tkanko O.V.
Institute for applied system analysis NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Overview of existing approaches to semantic querying using ontology in relational databases

Nowadays human operator is required to perform numerous operations on a data stored in a Web, but it is possible for a computer to do them without any guidance. The Semantic Web aims to change Web presenting information in such way that machines understand it.

The traditional Web stores huge amount of data in relational databases that uses SQL for access information [1]. While the core of the Semantic Web consists of: Resource Description Framework (RDF), RDF Schema (RDFS) and Web Ontology Language (OWL) [2]. Converting available data stored in relational database into RDF format is tedious task and it is clearly better if ontology-based queries could directly retrieve the specific data required via SQL rather than first transforming potentially gigabytes of relational data into RDF. It means that integrating existing relational databases with ontology-based systems becoming one of the most important research problems for the Semantic Web.

All modern frameworks based on 2 layers: Ontology extraction and Syntax wrapping. There are few approaches investigating the transformation of relational schemas to ontologies. Frameword described in [1] use the semi-automatic process of extracting ontology based on primary and foreign keys. Later they adapt the extracted ontology to pre-defined one. While Premerlani [5] proposed a seven- step reverse engineering process and gave the guidelines to get mappings between semantic models and original schemas. A recent research described in [6] provided a description logic based ontology language, which captures features from ER and UML class diagrams. It is proven to preserve the semantics of the constraints in the relational databases.

After extracting and refining the ontology, the user can issue semantic queries based on extracted concepts and these queries will be mapped onto plain syntactic SQL queries. The semantic queries are based on SPARQL [7] as an RDF query language. It expresses queries across diverse data sources, because it contains capabilities for querying required and optional graph patterns along with their conjunctions and disjunctions.

There are many concepts involved in mapping process of the semantic query into SQL statements. Algoryth described in [1] replaces all predicates in the triples with corresponding columns name in relational databases tables. If the predicate is not in the columns name, then it will be in object property names from linked tables. Meanwhile, OntoGrate [3], uses an approach of deductive query answering, which rewrites original queries into a finite set of conjunctive queries in terms of the DB schema, which is only then converted to SQL.

As logical result all of them create sub-query clause, which consists of three parts: **SELECT** (columns), **FROM** (tables) and **WHERE** (join conditions) [6], but missing GROUP BY, LIMIT to retrieve set of data instead of getting explicit information. A client-server API implementation is a comprehensive task and considered for a future development for many modern frameworks.

References. **1.** Ayesha Banu, Syeda Sameen Fatima, Khaleel Ur Rahman Khan, "Semantic – Based Querying Using Ontology in Relational Database of Library Management System", Canadian Journal on Data, Information and Knowledge Engineering Vol. 2, No. 1, January 2011. **2.** OWL Web Ontology Language http://www.w3.org/TR/owl-ref/. **3.** Dejing Dou, Han Qin, Paea LePendu: Ontograte: towards Automatic Integration for Relational Databases and the Semantic Web through an Ontology-Based Framework. Int. J. Semantic Computing 4(1): 123-151 (2010) **4.** W. J. Premerlani and M. R. Blaha, An approach for reverse engineering of relational databases, Commun. ACM Journal 37(5) (1994) 42–49, 134. **5.** L. Lubyte and S. Tessaris, Extracting ontologies from relational databases, in Proceedings of Description Logics, 2007, pp. 122–126. **6.** A. Riazanov. Resolution-based Query Answering for Semantic Access to Relational Databases: A Research Note. Preprint 0901.0339, ArXiv, January 2009. **7.** SPARQL Query Language for RDF http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/.

Tymoshenko Yu.O.
Institute for Appllied System Analysis NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

The video collaboration approach to IT training centers organization

IT courses and programming itself belong to a difficult skill to learn and the goal to prepare software engineering and computer science students for real-world jobs in Ukrainian IT industry is a challenging task. At present, this problem is solved both by universities and IT –companies, which are in need of constant replenishment rate. Such form of collaboration between most of Ukrainian Universities and IT –firms that provide evening courses for students in different IT –disciplines are well known. For example, at the MMSA Chair of the IASA NTUU "KPI" we have such classes established by EPAM, SAS, CISCO, Yandex companies etc. The main purpose of such training classes is to reach a certain level of competence in programming, processing and data analysis both for named companies, as well for the IT –industry as a whole. Unlike traditional universities teaching styles such classes provide the type of so called "applied learning", based on practice, practice and practice and most students accept this as necessary.

To address these issues, a new organizational form for Academia and IT –business collaboration is proposed in order to increase the number of trained specialists for the Ukrainian IT industry. In this approach, we believe that teaching is not about transferring knowledge to the students by lecturing, but instead is about empowering the students for active learning. In such a way the constructive aspect of our proposition is based on the theory of constructivism, meaning by this that the learners construct their own knowledge founded on what they already know and by performing activities by themselves. Nevertheless the role of the teacher in this case is paramount. From the other hand a good lecturer in modern times is a rarity. So the question is: how to satisfy the desire to deliver a good teacher in every classroom, thus providing a significant increase in the number of trained specialists, as required by the Ukrainian IT –industry?

One of the possible solutions is the following: let's combine all such already existing universities training centers into one unified network linking them together via Marvin Minsky's idea of telepresence (1980). In this case telepresence strategy can be used in order to establish a sense of shared presence or shared space among geographically separated group of students, putting the human factors first (see picture 1). The visual aspect greatly enhances communications, allowing for the perceptions of facial expressions and other body language. Today's IT –telepresence innovations allow to focus on visual collaboration configurations that closely replicate the brain's innate preferences for interpersonal communications and differs greatly from the unnatural traditional videoconferencing "talking heads" experience. These cues include life–size participants, fluid motion, accurate flesh tones and the appearance of true eye contact etc. On the infrastructure side, such solutions could be based now using a cloud-based service and virtualized software as alternatives to dedicated hardware appliances.

Such unified network named National IT Academy (NITA) has already been initiated as a framework of the "530319-TEMPUS-1-2012-1-DE-TEMPUS-JPHES: Innovation hybrid strategy of IT –outsourcing partnership with enterprises" (IHSITOP), in which two coupled IASA and ONPU centers are to be established. Thus the university infrastructure is to be updated, moving to use new technologies, modern active learning methods that will be brought by the new professionals who would come to our universities from leading Ukrainian IT firms. NITA training network would form a new system of IT professional development centers based on public-private partnerships aimed to make students experience IT industry-relevant.

Such unified network named National IT Academy (NITA) has already been initiated as a framework of the "530319-TEMPUS-1-2012-1-DE-TEMPUS-JPHES: Innovation hybrid strategy of IT –outsourcing partnership with enterprises" (IHSITOP), in which two coupled IASA and ONPU centers are to be established. In order to provide IP Remote Live Lecturing each of such centers should be equipped with IP Cameras and other ICT equipment which allow them to use modern forms of video collaboration. So that'll be the Technological Innovation aimed to update

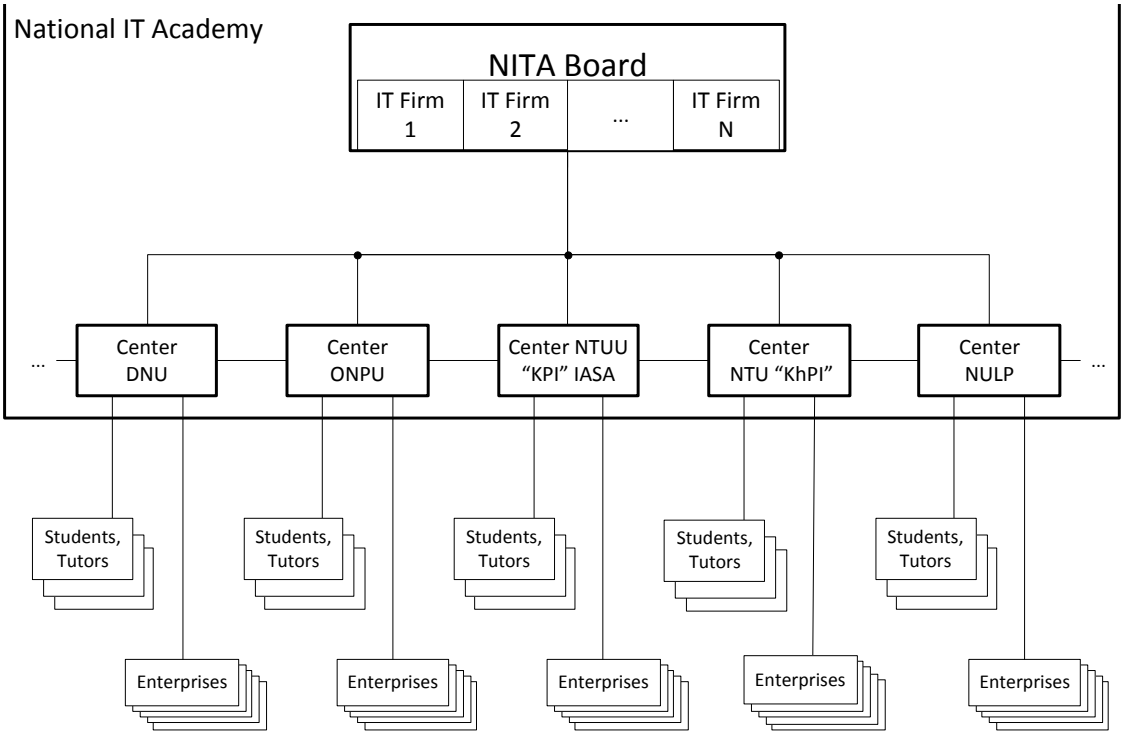


Figure 1. National IT Academy (NITA) Centers Network, where DNU – Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, ONPU – Odessa National Polytechnic University, NTUU "KPI" IASA – National Technical University of Ukraine "KPI" Institute of Applied System Analysis, NTU 'KhPI" National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", NULP – National University Lviv Polytechnic etc.

the universities infrastructure. Based on that we will form special kind of environment where IT state-of-the-art tendencies, technologies, and Tools would be given to the student's classrooms "covering" most of the Ukrainian Universities. Thus new technologies, modern active learning methods would be brought by the new professionals who would come to Ukrainian universities from leading Ukrainian IT firms. And that'll be very important *Methodical Innovation* used in IT practical education. Such innovative training element (lecturer in Live!) brings a good capacity-building potential, ensuring high quality of student's tutoring, re-trained staff etc. If such technological innovation be used in NITA training centers network then we could use these facilities also for organizing different management and coordination meetings between Universities that could relies heavily on video communications. And that'll be our *Organizational Innovation* for the Ukrainian Universities' collaboration.

To our mind this kind of solution is flexible, scalable, characterized by simplicity, ease-of-use and unrivaled security. Such technological platform being installed at most Ukrainian universities training centers could be a good starting point in initiating a dialogue between UA Academic staff and Ukrainian industry, connects experts to where they are needed the most and make it possible to take place at regular intervals, forms a base for an efficient IT-outsourcing from Ukrainian Universities towards UA business etc., ensuring NITA's sustainable development.

NITA training network would form a new eco–system (on-demand virtual meeting classrooms) of IT professional development centers based on public-private partnerships aimed to make students experience IT industry-relevant.

Єгоров Я.В., Смирнов С.А.
Фізико-технічний інститут НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Розробка системи захисту інформації на основі онтологічного підходу

Важливою проблемою захисту є побудова централізованої, структурованої та формалізованої бази знань. У зв'язку з постійним розвитком інформаційних технологій є необхідним, щоб ця система представлення знань була зрозуміла не тільки людям, для роботи з нею, а й програмним агентам, для автоматизації системи захисту.

В свій час онтології розроблювались у сфері штучного інтелекту, як детальна формалізація знань для роботи програмних агентів, але з часом онтологіям знайшлося також використання у багатьох інших сферах, таких як, медицина, маркетинг, лінгвістика і т.п. Наприклад, SNOMED(Systematisized Nomenclature of Medicine) та подібні їй онтології медичної області. Деякі з них використовуються у мобільних медичних центрах діагностики для віддаленого визначення захворювань за симптомами хворих, які не мають змоги прийти самі. Але на відміну від цих сфер, які вже сформувалися та зазнають лише незначних змін, сфера інформаційної безпеки постійно змінюється. Однією зі спроб побудувати онтологію інформаційної безпеки є Security Ontology [1]. Ця онтологія відображає спробу повністю систематизувати усі знання, що містяться у міжнародних стандартах з інформаційної безпеки(серія ISO2700x).

У дослідженнях надають перевагу саме онтологіям у порівняння з таксономіями та іншими схемами классифікацій за рахунок певних особливостей:

- Можливість спільного використання людьми або програмними агентами загального розуміння структури інформації;
- Можливість повторного використання знань в предметній області;
- Можливість задавати різні семантичні відносини між поняттями;
- Здатність вирішувати проблему взаємодії;

Особливо цінною є можливість сприйняття онтологій людьми та програмними агентами. Найкраще це забезпечується мовою розробки онтологій OWL(Ontology Web Language) [2], що рекомендована W3C, а також має багато засобів візуалізації та розробки, включаючи програмні продукти з відкритим кодом.

Під час дослідження нами було проаналізовано стандарти серії ISO 2700x, а також Common Criteria(ISO/IEC 15408) та, на їх основі, побудовано онтологію безпеки, на якій відображується відношення понятть Актив-Вразливість та повязаних з ними концептів. Також було побудовано онтології, які формалізують та структурують поняття та формалізують функції безпеки, онтологію алгоритмів шифрування, яка охоплює алгоритми шифрування, стандарти, концепції, атестати, задачі, рівні гарантії і т.п. з відповідними відношеннями між ними, а також онтологію кібер-атак та відповідну їй онтологію захисту у якій структуровано засоби протидії та запобігання атакам. Онтології атак та механізмів захисту будувалися на основі керівництва для професіоналів з інформаційної безпеки [3].

Усі ці онтології взаємодіють і пов'язані між собою. Наприклад, у класі "Функція Безпеки" є параметр у якому визначається алгоритм шифрування, значення якого беруться, у свою чергу, з онтології алгоритмів шифрування. Таким чином, ці онтології є частинами однієї цілісної онтології безпеки, на основі якої, можна побудувати базу знань, яка буде слугувати допоміжним джерелом інформації для людей та частиною системи захисту інформації, для програмних агентів мережі.

В подальшому розвитку дослідження, планується поширити онтологію на всю структуру підприємства для уніфікації і формалізації понять та створення єдиної, цілісної бази знань.

Література. **1.** Security Ontology http://securityontology.sba-research.org/. **2.** Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-semantics-20040210/ . **3.** Stewart, J.M., Tittel, E. and Chappel, M: CISSP: Certified information systems security professional: Study Guide - Sybex, 2005 - 759 p.

Іванов Д.Г.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Організація резервування в системах розподіленого зберігання даних

Досягнутий в останнє десятиліття потужний прогрес засобів телекомунікацій і мережевих технологій стимулює появу і розвиток нових напрямків еволюції комп'ютерних систем - GRID та хмарних обчислень. В рамках цих технологій для будь-якого користувача відкриваються можливості доступу на комерційній основі до значних за обсягом обчислювальних ресурсів, пам'яті та програм. На практиці найбільшого поширення набули розподілені системи віддаленого зберігання даних. Для таких систем, в яких реалізується довготривале зберігання важливих для користувачів даних на непідконтрольних їм носіях важливу роль відіграє організація резервування для відновлення даних в разі втрати доступу до одного чи декількох носіїв.

Теоретично, найбільша ефективність резервування досягається за умови забезпечення можливості відновлення даних будь-яких h носіїв з використанням такої ж кількості h додаткових носіїв. Пропонується спосіб такого резервування для $h = 2$.

Інформація користувача розділяється на n блоків, кожен з яких зберігається на окремому віддаленому носієві. В свою чергу, кожен j-тий блок, $j \in \{1, \dots, n\}$, поділяється на m слів: $a_{j,0}, a_{j,1}, \dots, a_{j,m-1}$. На практиці $m >> n$. На першому додатковому носієві пропонується зберігати m сум за модулем 2 однойменних слів всіх блоків: $di = a_{1,i} \oplus a_{2,i} \oplus \dots \oplus a_{n,i}$. На другому додатковому носієві пропонується зберігати $m + 1$ сум $q_0, q_1, \dots, q_m$ що формуються таким чином: $q_0 = a_{2,m-1} \oplus a_{3,m-2} \oplus a_{4,m-3} \oplus \dots \oplus a_{n,m-n+1}; q_1 = a_{1,0} \oplus a_{3,m-1} \oplus \dots \oplus a_{n,m-n+2}; \dots, q_{n-1} = a_{1,n-2} \oplus a_{2,n-3} \oplus \dots \oplus a_{n-1,0}; q_n = a_{1,n-1} \oplus a_{2,n-2} \oplus \dots \oplus a_{n,0}; \dots, q_m = a_{1,m-1} \oplus a_{2,m-2} \oplus \dots \oplus a_{n,m-n}$.

При відмові в доступі до двох основних носіїв, з номерами v та w, причому $v < w, g = w - v$, виникає потреба в відновленні кодів $a_{v1}, a_{v2}, \dots, a_{vm}$ та $a_{w1}, a_{w2}, \dots, a_{wm}$. Тоді суми, що зберігаються на першому додатковому носієві можна приставити у вигляді сум однойменних слів блоків v та w:

$$a_{v1} \oplus a_{w1} = \xi_1 = d_1 \oplus \delta_{vw1}, \dots, a_{v,m} \oplus a_{w,m} = \xi_m = d_m \oplus \delta_{vw,m}, \quad (1)$$

де $\delta_{mv,i}$ - сума i-тих слів всіх блоків крім v-того та w-того. Аналогічно, $(v-1)$-та $(w-1)$-та суми другого додаткового носія можна представити у вигляді: $a_{w,m-g} = q_{v-1} \oplus \sigma_{v-1} = \beta_{v-1}$ та $a_{v,g-1} = q_{w-1} \oplus \sigma_{w-1} = \beta_{w-1}$, де σ_i - компоненти суми q_i, що не належать w-тому та v-му блокам. Всі інші суми на другому додатковому носієві можна представити у вигляді:

$$a_{v,u-v} \oplus a_{w,u-w} = q_u \oplus \sigma_u = \beta_u, \forall u = w, \dots, m \quad (2)$$

$$a_{v,m-v+l-1} \oplus a_{w,m-w+l+1} = q_l \oplus \sigma_l = \beta_l, \forall l = 0, \dots, v-2 \quad (3)$$

$$a_{v,e-v} \oplus a_{w,m-w+e+1} = q_e \oplus \sigma_e = \beta_e, \forall e = v, \dots, w-2 \quad (4)$$

Відновлення втрачених даних виконується в такому порядку. Початкове значення індексу $j = m - g$. Значення $a_{w,j}$ визначається з наведеного вище рівняння $a_{w,m-g} = \beta_{v-1}$. Подальший процес відновлення втрачених даних реалізується в такій послідовності:

1. $a_{v,j} = \xi_j \oplus a_{w,j}, u = (j + v) mod(m + 1)$,
2. якщо $u \in \{w, \dots, m\}$, то $i = u - w, a_{w,i} = \beta_u \oplus a_{v,j}, j = i$;
   якщо $u \in \{0, .., w-2\}$, то $i = m - w + u - 1, a_{w,i} = \beta_u \oplus a_{v,j}, j = i$;
3. якщо $j \neq g - 1$ повернення на п.1, інакше - кінець

За умови, що $m + 1$ - просте число, значення j приймає всі можливі значення з множини $\{0, \dots, m\}$, тобто всі слова v-го та w-го блоків відновлюються.

Запропонований спосіб дозволяє ефективно, з використанням теоретично мінімального числа додаткових носіїв реалізувати відновлення даних при втраті доступу до двох будь-яких з $n + 2$ віддалених носіїв. Суттєвою перевагою способу є простота обчислювальних процедур відновлення, які легко можуть бути реалізовані на апаратному рівні і забезпечують більшу продуктивність в порівнянні з іншими методами, які потребують розв'язання систем рівнянь.

Ажипа Н.М., Заболотня Т.М.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФПМ, Київ, Україна

Програмна система для перевірки форматування електронних документів

Робота з електронними документами вже давно стала невід'ємною частиною діяльності людей різних професій. Окреме місце у процесі створення файлів документів посідає форматування тексту. Існує ряд типів документів, для яких формат тексту є важливою характеристикою, що підлягає ретельній перевірці при прийомі документа для подальшої обробки чи при оцінюванні якості виконання документа в цілому. Як приклад можна навести вимоги видавництв до оформлення авторського тексту або вимоги стандартів до звітних документів (наприклад, перевірка відповідності файлів ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» [1], нормоконтроль документації до дипломного проекту тощо). Ручний контроль відповідності вмісту електронного документа заданим вимогам (особливо файлів великого обсягу) є дуже ресурсоємним процесом, тому автоматизація перевірки дотримання встановлених вимог у тому чи іншому документі є актуальною задачею.

У доповіді наведено результати дослідження існуючого програмного забезпечення для форматування та перевірки змісту електронних документів з метою визначення переваг та недоліків даних систем для їх подальшого врахування при розробці вимог до нової системи, яка забезпечить вирішення задачі перевірки форматування на більш високому рівні ефективності. Серед проаналізованих систем можна згадати такі основні розробки як:

- TextMorph (http://www.ssesetup.com/textmorph.html);
- docVerifier (http://docverifier.com/);
- CheckXML (http://www.oviont.ru/projects/accounts/pfr_2ndfl/checkxml/).

Нижче наведено запропонований набір вимог, яким має відповідати програмна система для перевірки форматування документів. Отже, система повинна:

1. Надавати можливість перевірки таких параметрів тексту:
   a) шрифт: розмір, колір, гарнітура;
   b) абзац: міжрядковий інтервал, поля, інтервал між абзацами;
   c) колонтитул: нумерація;
   d) формула: тип, шрифт;
   e) таблиця: підписи, вирівнювання, заголовки;
   f) рисунок: підпис, вирівнювання;
   g) список: вирівнювання, нумерація.
2. Дозволяти обирати параметри форматування, які потребують перевірки.
3. Мати зручний та зрозумілий для користувача інтерфейс.
4. Надавати можливість збереження встановлених налаштувань перевірки.
5. Надавати звіт про результати перевірки.
6. Надавати можливість графічного виділення невідповідностей заданим вимогам у документі.

Авторами запропоновано проводити розробку програмної системи з використанням шаблонів проектування, обґрунтовано доцільність застосування такого підходу та визначено структурно-алгоритмічну організацію нової системи.

Таким чином, у доповіді подано результати аналізу існуючого програмного забезпечення для перевірки та встановлення формату електронних документів, визначено вимоги, яким має відповідати програмне забезпечення для вирішення поставленої задачі. Також наводяться результати застосування шаблонів проектування при створенні програмної системи, що відповідає отриманим вимогам.

Література. 1. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення : ДСТУ 3008-95 [Текст]. — К. : Держстандарт України, 1998.

Алексахіна І.В., Родіонов А.М.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Задачі оптимального синтезу параметрів систем захисту інформації

На сьогодні серед задач синтезу систем захисту інформації з оптимальними властивостями можна виділити наступні: структурний синтез системи захисту інформації з оптимальним рівнем захищеності інформації, синтез параметрів системи захисту інформації з оптимальним рівнем захищеності інформації [1–3]. В зазначених задачах у якості критеріїв якості використовуються технологічні показники, а в якості обмежень розглядаються економічні показники. Актуальним є клас задач, зворотних до вищенаведених - де критерієм якості є економічний показник, я в обмеженнях вказані технологічні показники, це: структурний синтез системи захисту інформації з оптимальними економічними показниками, синтез параметрів системи захисту інформації з оптимальними економічними показниками.

При побудові системи захисту будемо виходити з моделі безпеки з повним перекриттям (модель Клементса-Хофмана) [4]. В такому випадку, систему захисту можна представити як набір механізмів захисту, позначених через M, що характеризуються деяким параметром міцності K, і мають відповідну вартість C_M. У якості характеристики захищеності системи візьмемо деякий функціонал $F(M,K)$, що залежатиме від обраної структури механізмів захисту M та їх коефіцієнтів міцності K. А також $F_1(M,K)$ - деякий функціонал, який буде характеризувати вартісну (економічну) складову системи захисту. У найпростішому випадку даний функціонал буде визначатись, як сумарна вартість обраних механізмів захисту $F_1(M,K)=\sum_i C_{Mi}$. Отже, задачу синтезу параметрів системи захисту інформації з мінімальною вартістю системи захисту і рівнем захищеності інформації не нижче заданого F^*, можна записати наступним чином:

$$\begin{cases} F(M,K) \geqslant F^* \\ F_1(M,K) \to min_K. \end{cases} \tag{1}$$

Постановка задачі. Для формальної постановки задач оптимального синтезу параметрів систем захисту інформації, у якості функціоналу $F(M,K)$, що характеризує рівень захищеності, візьмемо функцію імовірності успішності атаки $P(P,M,K)$ запропоновану в [5]. Функція імовірності успішності атаки побудована згідно з логіко-імовірнісною моделлю безпеки структурно-складних систем, яка була розроблена І.О. Рябініним [6], і дозволяє визначити імовірність переходу інформаційно-комунікаційної системи (ІКС) до небезпечного стану. Зазначена функція враховує топологію мережі, множину об'єктів атак, множину джерел загроз та імовірності захоплення кожного з об'єктів ІКС. Для зменшення імовірностей захоплення об'єктів можуть використовуватись механізми захисту. Позначимо їх через $M=\{M_1,...,M_N\}$, де $M_i \in \{0,1\}$, відповідає за наявності або відсутності механізму захисту. Кожен з механізмів характеризується коефіцієнтом міцності $K=\{K_1,...,K_N\}$, де $K_i \in \{0,1\}$. Значення коефіцієнтів міцності можуть визначатись на основі статистичних даних, шляхом експертних оцінок або іншими методами, що залежать від типу механізму захисту. З урахуванням механізмів захисту імовірність захоплення об'єктів ІКС, буде визначатись як:

$$P_i = P_i(\overline{M_i K_i}) = P_i(1 - M_i K_i),$$

де P_i - імовірність захоплення об'єкту $v_i \in V$ без використання механізмів захисту. Добуток $M_i K_i$ показує, що при синтезі системи захисту інформації важливим є не тільки оптимальне розміщення механізмів захисту в ІКС, але також й коефіцієнти міцності.

Розглянемо дві постановки задачі (1) синтезу параметрів системи захисту інформації з фіксованим рівнем захищеності інформації. Перша задача полягає у знаходженні мінімальних значень коефіцієнтів міцності K_i, які, при обраних механізмах захисту, забезпечували б значення функції імовірності успішності атаки не більше деякого порогового значення P_{neobh}:

$$\begin{cases} K = \{K_1,...,K_N\} \to min \\ P(P,M,K) = P(M_1,...,M_N) \leqslant P_{neobh}, \end{cases} \tag{2}$$

де $P \in [0;1]$ - функція імовірності успішності атаки;
$M_i = \{0,1\}$ - наявність або відсутність механізму захисту;
$K_i \in [0;1]$ - коефіцієнт міцності відповідного механізму захисту M_i.
Задача (2) може бути представлена у еквівалентній формі:

$$\begin{cases} P_{neobh} = 1 - \lambda(1 - P^*) \\ \lambda \in (0;1) \\ I(K) = (P(K)_{M=M^*} - P_{neobh})^2 \to min_K, \end{cases} \tag{3}$$

де P^* – значення імовірності незахищеності системи, яке отримане за умови, що всі відповідні коефіцієнти міцності K_i приймають максимальне значення, тобто $K_i = 1$;

P_{neobh} – допустиме значення імовірності незахищеності системи, що знаходиться за відповідною формулою та залежить від параметра $\lambda \in (0;1)$, що відповідає необхідному рівню захищеності системи по відношенню до максимально можливого.

Друга задача полягає у знаходженні такої мінімальної вартості C системи захисту інформації, при якій значення функції імовірності успішності атаки не перевищувало б деякого порогового значення P_{neobh}, за умови фіксованих значень коефіцієнтів міцності механізмів захисту. В такому випадку задача матиме наступний вигляд:

$$\begin{cases} C = \sum C_i M_i \to min_M \\ P(P,M,K) = P(M_1,...,M_N) \leqslant P_{neobh}, \end{cases} \tag{4}$$

де $P \in [0;1]$ - функція імовірності успішності атаки;
$M_i = \{0,1\}$ - наявність або відсутність механізму захисту;
$K_i \in [0;1]$ - коефіцієнт міцності відповідного механізму захисту M_i;
C_i - вартість відповідного механізму захисту M_i.

Розв'язок цих задач є важливим для проектування захищених ІКС, та допомагає оптимальним чином визначати технічні та економічні показники систем захисту інформації, для забезпечення достатнього рівня захищеності системи.

Завдяки функції імовірності успішності атаки вдається визначити внесок кожного з механізмів захисту та їх коефіцієнтів міцності у сукупний рівень захищеності ІКС. Що дозволяє уникнути ситуацій використання зайвих механізмів захисту чи завищених значень коефіцієнтів міцності, а також встановлення максимальних коефіцієнту міцності не для потрібних механізмів захисту. Також слід враховувати, що припущення щодо абсолютної надійності механізмів захисту (тобто коли $K_i = 1$) для реальних механізмів захисту гарантувати неможливо.

Крім цього, окремими задачами залишається визначення достатнього рівня захищеності ІКС - P_{neobh}, а також відображення отриманих значень коефіцієнтів міцності на характеристики та налаштування реальних механізмів захисту.

Література. **1.** Новіков А. Визначення множини механізмів захисту, що забезпечують оптимальний рівень захищеності інформації / Новіков А., Тимошенко А. //Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – 2002. – Вип. 4. – с. 98–105. **2.** Боня Ю.Ю. Синтез системи захисту інформації, оптимальної за рівнем ризику / Боня Ю.Ю., Новіков О.М. // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – 2007. – Вип. 1. – С. 26-33. **3.** Новіков О.М. Оптимальний синтез параметрів системи захисту інформації / Новіков О.М., Родіонов А.М., Тимошенко А.О. // Наукові вісті КПІ. - 2007. - 4. с. 146-151. **4.** Хоффман Л.Д. Современные методы защиты информации / Хоффман Л.Д. – М.: Советское радио. - 1980. – 286 с. **5.** Родіонов А.М. Логіко-імовірнісна модель захищеності компонентів інформаційно-комунікаційних систем / Новіков О.М., Родіонов А.М. // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. - 2008.–№1 (11) – с. 170-175. **6.** Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем / Рябинин И.А. – СПб: Политехника. – 2000. – 248с.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

***Арчвадзе Н.Н.*[1], *Пховелишвили М.Г.*[2], *Шецирули Л.Д.*[3]**

[1] *Тбилисский государственный университет им.И.Джавахишвили, Тбилиси, Грузия;* [2] *Грузинский технический университет, Институт вычислительной математики им. Н.Мусхелишвили, Тбилиси, Грузия;* [3] *Батумский государственный университет им. Ш.Руставели, Батуми, Грузия*

Решение задач планирования с помощью Model Checking

Под планированием (planning) обычно понимается процесс составления некоторой последовательности действий, которая ведет к заранее намеченной цели.

Автоматическое планирование – задача высокой вычислительной сложности. Эта задача в пространстве состояний относится к классу EXPSPACE. Очевидно, что при таких размерах пространства поиска не имеет смысла пытаться применять полный перебор для решения задачи планирования. Одним из возможных решением является сосредоточение усилий на разработке сложных эвристики, позволяющих в тех или иных предметных областях сокращать пространство поиска до приемлемых размеров.

Разными группами предлагается применять для задач планирования технику верификации, получившая название Model Checking и которая является одним из наиболее перспективных и широко используемых подходов к решению проблемы автоматизации отладки и проверки правильности программ. Этапы Model Checking-а можно описать следующим образом: этап моделирования - для проектируемой системы необходимо построить её абстрактную модель (например, конечную систему переходов), приемлемую для инструментальных средств верификации моделей программы; Этап спецификации – а эта задача состоит в формулировании свойств, которыми должна обладать проектируемая система. Обычно спецификации задаются на языке формальной логики. Для аппаратуры и программного обеспечения, как правило, применяют динамические логики, временные логики и их варианты с неподвижными точками.

Существуют различные методы синтеза плана из формальной модели и логические спецификации цели, которые реализуются в алгоритме планировщика [1]. Описание среды-конечного множества состояний и их связей, а также описание цели является входом в систему планирования, которая либо не находит требуемого плана, либо находит и выдает как путь из начального состояния в целевое состояние.

Представленный таким образом процесс планирования очень похож на процесс верификации. Описание системы-конечное множество состояний и переходов, а также описание проверяемого свойства является входом в систему верификации. Верификатор либо заключает, что заданное свойство выполняется, либо, оно не выполняется, выдает контр-пример - такой путь из начального состояния, на котором свойства не выполняется.

Представленную технику можно применять в задачах верификации функциональных программ [2]. Основная проблема для решения этой проблемы то, что в функциональных языках нет состоянии, т.е. нет описания переменных, оператора присваивания, нет возможности менять значение в ячейке памяти и т.д.

Функциональная программа – эта рекурсивная функция или композиция функции и ее можно представить так: есть исходный параметр, есть операторы, которые преобразуют этот параметр, и есть результат-другое значение аргумента. Идея заключается в том, чтобы изучить тип аргумента, какие действия происходит для преобразования аргумента, чтобы стало возможность применять формальные методы.

Литература. **1.** Ю.Г.Карпов. Model Checking. Верификация параллелных и распределенных программных систем. Сант-Петербург, 2010. **2.** N.Archvadze, M.Pkhovelishvili, L.Shetsiruli. Universal attitude to the program verification. Proceedings of the 5th International Conference on Application of Information and Communication Technologies. IEEE Catalog number CFP 1156H-ART. ISBN 978-1-61284-832-7. 2011. pp. 652-656. http://aict.info/2011/?page=488800.

Бенидзе Н.Н.
Сухумский государственный университет, Тбилиси, Грузия

Конечно-автоматный метод корректности программ синтаксического разбора

В условиях быстрого и интенсивного роста информационных технологий особо актуальной стала разработка надежного программного обеспечения. Ясно, что чем меньше число случаев допущения ошибок при разработке программ, тем надежнее работа компьютерной техники с таким программным обеспечением. Практика создания программного обеспечения систем информаценной технологии показала, что 2/3 времени, потраченной на создание системы, приходится на ее наладку, т.е. на проверку того, насколько корректна соответствующая программа. К сегодняшнему дню наиболее простым способом проверки корректности (правильности) алгоритмов и соответствующих программ является тестирование. Вместе с тем альтернативой тестированию программ служит возможность их математической верификации (корректности).

Возможность математической верификации программ существенным образом опирается на ее математическую спецификации. Так как программа, реализованная на языке программирования, имеет однозначное математическое толкование, поэтому требования к программе могут быть выражены на языке математики и логики как точная спецификация. Однако возможна ситуация, когда спецификация не соответствует в точности тем требованиям, которые предявляются к программе. В действительности, зачастую, оказывается что, особенно трудно сформулировать математически корректную версию неформальных требований, предъявляемых к программе. Вместе с тем существенно, что такая формализация открывает возможность строгого доказательства соответствия программы и спецификации.

Ввиду того, что постановка и решение задачи верификации существенным образом зависит от неформальных требований, предъявляемых к программе, то поэтому большое значение приобретает в первую очередь постановка математически корректной задачи верификации в выше отмеченных условиях неформальных требований. С целью разрешения этой задачи мы предлагаем новый подход, основой которого является формальная модель – конечный автомат.

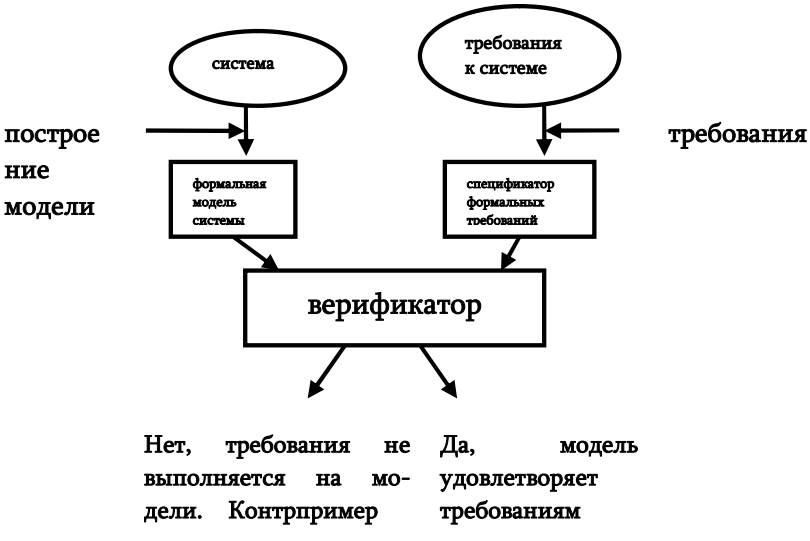


Рис. 1. Общая схема верификации.

Вместе с тем, конечные автоматы являются удобным формализмом, позволяющим не только задавать некоторый класс языков(автоматные языки) и выполнять операции над ними, но и

ставить и решаеть математически корректную задачу верификации программ, написанных на этих языках.

Являясь альтернативой тестированию программ, конечно – автоматный метод верификации опирается на точную спецификацию, как возможность формулировки математически корректной версии неформальных требований на языке теории конечных автоматов.

Мы рассматриваем вопросы корректности программ написанных на алгоритмических языках и разработкы конечно – автоматных методов ее решения, в часности изучаем задачу верификации(корректности) программ синтаксического разбора контекстно – свободных алгоритмических языков. Для решения поставленной задачи верификации мы предлагаем новый подход, который основывается на классической теории конечных автоматов и порожденных ими автоматных языков. Изучаем математические и синтаксические аспекты задачи – верификации программ синтаксического разбора. Ползуясь тем, что конечные автоматы являются удобным формализмом, который конечным образом задает обычные формальные языки – бесконечные множества цепочек конечной длины, мы смогли формулировать критерии правильности программ для определенного класса задач.

Опираясь на определенную связь,существующий между конечными автоматами, формальными грамматиками и языками мы смогли доказать

Теорема 1. *Любому алгоритму синтаксического анализа конкретной* $G = (N, \Sigma, P, S)$ *грамматики, соответствует конечный автомат* $A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$.

Теорема 2. *Алгоритмам синтаксического разбора контексно – свободных* G *грамматик соответствует система конечных автоматов.*

И наконец, на основе выше приведенных теорем мы установили критерии правильности алгоритмов синтаксического разбора контексно – свободных языков. Критерии правильности состоит в следующем:

***Ag* алгоритм синтаксического анализа грамматики *G* является корректным, если можно построит конечный автомат, который соответствует этому алгоритму. Ииными словами, *Ag* алгоритм синтаксического анализа грамматики *G* является правильным, если он записан на языке регулярных выражении.**

Литература. **1.** А. Оллонгрен, Определение языков программирования интерпретирующими автоматами. *Издательство "Мир", Москва*, 1977. **2.** А. Ахо, Дж. Ульман, Теория синтаксического анализа, перевода и компилации. Том 1. *Издательство "Мир", Москва*, 1978. **3.** Н. Бенидзе, К вопросу о корректности программ. *Статья опубликовано в сборнике "Internet Education Science"* IES–2008. *New Informational and Computer Technologies in Education and Science. Ukraine, Vinnytsia VNTU*, October 7–11, 2008,volume 2, section H, pp. 545–550. **4.** Н. Бенидзе, Об устанавлении правильности компьютерных программ. *Статья опубликовано в сборнике "Internet Education Science"* IES–2010. *New Informational and Computer Technologies in Education and Science. Vinnytsia VNTU.* september 28 – octomber 3, 2010 ,volume 1, section E, pp. 221–224.

Берко А.Ю., Алєксєєва К.А.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Методи інтеграції різноднорідних інформаційних ресурсівх web-систем

У роботі описано узагальнеий підхід до формування єдиного цілісного інформаційного ресурсу у web-системах на основі різннорідних вхідних наборів даних.

Вступ. Життєвий цикл web-проекту складається з послідовності етапів – від розроблення концепції та технологічних засобів її реалізації до припинення використання створеної web-системи. На усіх етапах життєвого циклу ключовим елементом проекту є інформаційний ресурс. Характерною особливістю інформаційних ресурсів сучасних web-систем є їх гетерогенний характер, що обумовлюється різнобічністю потреб і пропозицій у цій сфері діяльності. Це потребує поєднання в одному середовищі елементів баз даних, баз знань, документів, web-сторінок, текстових даних, тощо. При цьому виникає потреба інтеграції різнорідного інформаційного ресурсу в єдиному середовищі зберігання, опрацювання та застосування. Метою інтеграції таких даних є отримання єдиної і цілісної картини релевантної інформації на основі різноманітних за формою та походженням вхідних наборів даних, отриманих з різних джерел [1].

Модель нтеграції даних. В загальному випадку, визначення довільного набору даних DS, який описує інформаційний ресурс web-проекту описують формальною системою [2] вигляду

$$DS=< D,\ G,\ S,\ H >,$$

де D – множина значень, якими зображають множину понять деякої предметної області, G – формалізоване подання синтаксису даних, S – формалізований опис структури даних, H – формалізоване подання семантики даних. Процес інтеграції даних, при цьому, розглядають як послідовність дій, що передбачає узгодження, перетворення, об'єднання та фільтрування даних, і має на меті утворення кінцевого набору даних DS^I на основі множини початкових наборів, формально це зображає вираз виду:

$$DS^I = I(DS_1,\ DS_2,\ \ldots, DS_N),$$

де I – оператор інтеграції даних,$DS_1,\ DS_2,\ \ldots,\ DS_N$ – множина вхідних початкових наборів даних, N – кількість наборів даних, які приймають участь у процесі інтеграції. Враховуючи модель даних, яка ґрунтується на специфікації їх синтаксису, семантики та структури, формальне визначення процесу інтеграції зводиться до дій над цими компонентами, шляхом заміни формального подання набору даних на деталізований опис всіх складових визначення даних

$$DS^I = <D^I,\ G^I,\ S^I,\ H^I> = I(<D_1,\ G_1,\ S_1,\ H_1>, <D_2,\ G_2,\ S_2,\ H_2>,\ \ldots,\ <D_N,\ G_N,\ S_N,\ H_N>),$$

де $<D_i,\ G_i,\ S_i, H_i>$, i=1,2, …, N – деталізоване формальне зображення i-го набору даних.

В такий спосіб, загальна проблема інтеграції даних декомпонується на окремі підпроблеми інтеграції значень даних, інтеграції синтаксису, інтеграції структури та інтеграції семантики. Загальний оператор інтеграції даних I, при цьому подають як комбінацію

$$I=<I^D,\ I^G,\ I^S,\ I^H>,$$

де I^V – оператор інтеграції значень, I^G – оператор інтеграції синтаксису, I^S – оператор інтеграції структури даних, I^H – оператор інтеграції семантики. Особливістю запропонованої моделі є те, що вона визначає та обґрунтовує можливість розроблення універсального методу інтеграції інформаційних ресурсів web-систем, який узагальнює можливості відомих сьогодні підходів.

Інтеграція синтаксису. Синтаксис даних подають як поєднання трьох складових $G=<A,T,R>$, де A – алфавіт, T – множина типів даних, R – множина синтаксичних обмежень. Синтаксис вихідного інтегрованого набору даних – G^I подають як

$$G^I = <A^I,\ T^I,\ \mathrm{R}^I>,$$

де $A^I = I^A(A_1,\ A_2, \ldots,\ A_N)$ – алфавіт інтегрованого набору даних, утворений шляхом інтеграції алфавітів вхідних наборів даних; $T^I = I^T(T_1,\ T_2, \ldots,\ T_N)$ – множина типів даних, які

застосовують в інтегрованому наборі, отримана як результат інтеграції типів вхідних даних; R^I=$I^R(R_1,R_2, \ldots, R_N)$ – множина обмежень інтегрованого набору даних, сформованих шляхом інтеграції обмежень, які застосовано для вхідних даних; I^A, I^T, I^R – оператори інтеграції, відповідно, алфавітів, типів даних та обмежень.

Важливою складовою процесу інтеграції синтаксису даних є виявлення та усунення суперечностей у визначеннях синтаксису вхідних локальних наборів даних. Для цього сформульовано відповідні умови синтаксичної інтеграції, метою яких є відсутність у вихідному синтаксисі полісемії та поліморфізму символів алфавіту, типів даних та синтаксичних обмежень.

Інтеграція структур даних. Загальний опис структури інтегрованого набору даних подають як кортеж виду

$$C^I = <R, NR_1, NR_2, \ldots, NR_k, J_R, J_S, J_{RS}>,$$

де C^I – опис структури інтегрованого інформаційного ресурсу, R – опис структури реляційної складової, яку утворюють структуровані дані, подані у вигляді таблиць бази даних, NR_1, NR_2, $\ldots$, NR_k– опис нереляційних складових різного виду, J_R – множина зв'язків між реляційними елементами, J_S – множина зв'язків між нереляційними елементами, J_{RS} – множина зв'язків між реляційними та нереляційними елементами.

Інтеграція семантики даних. Найперспективнішим, сьогодні, способом інтеграції семантики даних є підхід, який ґрунтується на застосуванні онтологій [3]. Онтологія поєднує основні переваги застосування метаданих та тезаурусів для визначення семантики даних, але є значно загальнішою за них та враховує більше змістовиних аспектів інформаційного ресурсу. Процеси семантичної інтеграції даних передбачають створення для кожного вхідного набору даних D_i (i=1,2,...,N; N – кількість вхідних наборів даних) власної онтології $O(D_i)$, яка формує однозначний опис семантики всього інформаційного ресурсу та окремих його елементів у вигляді набору

$$O(D_i) = <X(D_i), R(D_i), F(D_i)>,$$

де $X(D_i)$ – множина концептів, які описують одиниці даних, їх зміст, властивості та належність до певного класу чи категорії; $R(D_i)$ – множина зв'язків і відношень між одиницями даних, що визначають порядок їх взаємодії та взаємного застосування; $F(D_i)$ – множина семантичних обмежень та функцій інтерпретації даних, які пов'язують їх з реальними поняттями та об'єктами предметної області, а також регламентують порядок визначення таких відповідностей. Умови семантичної інтеграції, у даному випадку, формулюють як послідовність вимог щодо онтологій даних, які поєднують у процесі інтеграції, спрямованих на усунення семантичних суперечностей. Набори даних вважають семантично сумісними, якщо для онтологій, які описують їх семантику, виконуються правила: у множинах концептів (1) немає однакових понять описаних різним способом,(2) немає понять різного змісту описаних однаковим способом; у множинах зв'язків (1) відсутні зв'язки, протилежного напряму та змісту між однаковими концептами,(2) відсутні однотипні зв'язки, що не може бути реалізовано одночасно; у множинах функцій інтерпретації (1) немає функцій, одночасна реалізація яких призведе до неоднозначності інтерпретацій, (2) з однотипними концептами різних онтологій не пов'язано обмежень, які не можуть бути виконані одночасно.

У такий спосіб реалізується послідовність дій, які дають змогу створювати єдиний узгоджений інформаційний ресурс web-систем на основі множини різнорідних вхідних наборів даних.

Література. **1.** Калиниченко Л. А. Конструирование канонических информационных моделей для интегрированных информационных систем / В. Н. Захаров, Л. А. Калиниченко, И. А. Соколов, С. А. Ступников // Информатика и её применения. – 2007. – Том 1. – Выпуск 2. – С. 15-38. **2.** Lenzerini M. Data Integration: A Theoretical Perspective / Marco Lenzerini // Proc. of the ACM Symp. on Principles of Database. Systems (PODS), 2002. – P. 233 – 246. **3.** Bergamaschi S. Semantic integration of semistructured and structured data sources / S. Bergamaschi, S. Castano, M. Vincini // ACM SIGMOD Record. – March 1999. – Volume 28. – Issue 1. – P. 54 – 59.

Богдан И.В.
Черниговский государственный технологический университет, Чернигов, Украина

Методы верификации диаграммы классов

1. Введение. Диаграмма классов является одной из основных составляющих модели любого программного обеспечения [1]. Именно поэтому особенно важное значение имеет верификация диаграмм классов. На данный момент существует достаточно большое количество различных подходов к верификации диаграмм классов. Большинство из них позволяют оценить корректность диаграммы классов с различной точки зрения.

2. Построение драйвера. Так, наиболее простым является подход, связанный с построением драйвера. Данный подход позволяет формально оценить правильность создания диаграммы классов и выявить наиболее характерные ошибки. Верификация классов из диаграммы классов чаще всего выполняется путем разработки драйвера, который создает экземпляры каждого из классов и окружает эти классы соответствующей средой. Таким образом, становиться возможным выполнение драйвера. Драйвер посылает одно или большее количество сообщений экземпляру класса в соответствии со спецификацией тестового случая, затем проверяет исход этих сообщений на основании значений ответа, изменения экземпляра и (или) один или большее число параметров сообщения. В обязанности драйвера чаще всего входит удаление любого созданного им экземпляра в том случае, если в языке программирования, таком как C++, имеет место управляемое программистом распределение памяти. Если для конкретного класса характерны статические элементы данных и (или) операции, то для них также необходимо выполнять верификацию. Такие элементы данных и методы принадлежат самому классу, но не каждому экземпляру этого класса. Класс можно рассматривать как объект – например, в Java это экземпляр класса Class. Если поведение экземпляров класса базируется на значениях атрибутов уровня класса, то все случаи, предназначенные для верификации этих атрибутов уровня класса, должны рассматриваться как расширение состояний этих экземпляров. Если между двумя и более классами на диаграмме классов присутствует связь «наследование», то драйверу необходимо проверить отсутствие множественного наследования для языка Java, а также отсутствие двунаправленного наследования при котором каждый из двух классов является и родительским, и дочерним одновременно – для всех объектно-ориентированных языков программирования. Если между классом и интерфейсом на диаграмме классов присутствует связь «реализация», то драйверу необходимо проверить реализует ли класс все те методы, сигнатуры которых указаны в интерфейсе. Если в классе присутствует хотя бы один абстрактный метод, то драйверу необходимо проверить, чтоб и класс был абстрактным.

3. Метод шаблонов. Одним из подходов к верификации диаграммы классов является метод шаблонов. Данный метод предложила в 2004 году Мира Балабан [2]. Понятие шаблона в данном подходе отличается от хорошо известного и понятного понятия шаблона проектирования, который предоставляет собой формализованное описание часто встречающейся задачи проектирования, удачное решение данной задачи, а также рекомендации по применению этого решения в различных ситуациях. Шаблон согласно методу Мира Балабан напротив является примером ошибок при построении диаграммы классов. Mira Balaban предложила несколько шаблонов. Один из самых популярных шаблонов носит название Цикл множественной иерархии (Multiplicity Hierarchy Cycle). Согласно данному шаблону если между двумя классами имеется связь «наследование», которая означает наличие между ними отношения один-к-одному или же несколько дочерних классов к одному родительскому классу, то и любая другая связь между данными классами также должна указывать на наличие отношения один-к-одному или же несколько дочерних классов к одному родительскому классу. Подразновидностью шаблона Цикл множественной иерархии является шаблон Взаимодействие циклов множественной иерархии (Interaction of multiplicity and inter-association hierarchy constraints). Согласно данному шаблону если между двумя классами имеется связь «наследование», которая означает наличие между ними отношения один-к-одному или же несколько дочерних классов к одному

родительскому классу, и каждый из них ассоциативно связан с третьим классом, то данные связи должны указывать на наличие одинаковых отношений. Не менее популярный и часто встречаемый шаблон носит название Простой множественный цикл (Pure Multiplicity Cycle). Согласно данному шаблону, если между двумя классами имеется несколько ассоциативных связей и каждая связь имеет свое отношение, то все отношения со стороны одного и того же класса должны либо быть равными, либо же включать друг друга.

4. Подход, основанный на построении идентификационного граф. Еще один подход к верификации диаграммы классов основан на построении идентификационного графа. Разработкой данного метода в период с 1990 по 2001 года занимались американские ученые Hartmann, Lenzerini, Nobili и Thalheim [3]. Суть данного метода состоит в построении идентификационного графа, предоставляющего собой ориентированный граф. Узлами данного графа являются классы, а также ассоциативные связи между ними, а дуги связывают ассоциации с теми классами, между которыми на диаграмме классов и указаны соответствующие ассоциативные связи. В качестве весов дуг используются отношения, которыми ассоциативно связаны классы. Как и в обычном графе, в идентификационном графе вес пути вычисляется как произведение весов всех дуг, входящих в состав данного пути. Основным предназначением идентификационного графа является определение причины нарушения конечной выполнимости диаграммы классов. Также как и метод шаблонов, данный метод позволяет выявить противоречивые связи – так называемые критические циклы.

5. Метод, основанный на представлении классов в качестве множеств. Еще один подход к верификации диаграммы классов основан на представлении класса в качестве множества. Данный метод был предложен Calvanese и Lenzerini [4] и позволяет оценить корректность прежде всего иерархий классов. Согласно данному методу каждый класс, входящий в состав иерархии, представляется в виде множества. Далее создается система неравенств, в которую включаются все возможные неравенства и равенства, если такие имеются, между классами-множествами. Затем необходимо решить систему неравенств и если результатом станет не пустое подмножество, то данная иерархия классов построена корректно, если же пустое множество – иерархия классов не корректна.

6. Выводы. В статье описано несколько наиболее часто используемых к верификации диаграмм классов. Все они позволяют оценить корректность диаграммы классов с разной точки зрения. Так, метод шаблонов позволяет оценить корректность ассоциативных связей и связей типа «обобщение». Метод, связанный с построением идентификационного графа, позволяет оценить корректность исключительно ассоциативных связей. Метод, основанный на представлении классов в качестве множеств, позволяет оценить корректность исключительно иерархий классов. Таким образом, наиболее эффективным является комплексное использование данных методов.

Литература. **1.** Буч Г., Якобсон А., Рамбо Дж. UML. Классика CS. 2-е изд. / Пер. с англ.; Под общей редакцией проф. С. Орлова.— СПб.: Питер, 2006.— 736 с., **2.** Balaban M. Management of Correctness Problems in UML Class Diagrams – Towards a Pattern-based Approach / Balaban M., Maraee A., Stur A. – Beer Sheva: Department of Computer Science, Ben-Gurion University of the Negev, 2002. – 33 p., **3.** Thalheim, B. Fundamentals of Entity-Relationship Modeling / Hartmann, Lenzerini, Nobili, Thalheim. - Annals Mathematics and Artificial Intelligence, №7, 1993. – pp. 197-256., **4.** Calvanese, D., Lenzerini, M. On the Interaction between ISA and Cardinality Constraints. In Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Data Engineering, Houston, Texas, USA. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 1994. – pp. 204-213.

Брагина Т.И., Табунщик Г.В.
Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина

Модель управления качеством web-проектов на основе тестирования

Процесс управления качеством сложного web-проекта, при условии использования моделей разработки с итерационным жизненным циклом [1]., требует создания модели управления качеством web-проектов, к которой выдвигаются следующие требования:

1. Учитывать и прогнозировать изменения, как внешних управляющих параметров, так и внутренних характеристик самого проекта;
2. Оценивать качество проекта на каждом этапе ЖЦ разработки, ожидая этапа кодирования;
3. Прогнозировать уровень риска разработки и отслеживать его влияние с развитием проекта;
4. Контролировать прогресс разработки проекта и определять функциональные части проекта, разработка которых не укладывается в сроки календарного плана;
5. Отслеживать изменения требований и их влияние на разработку проекта и многое другое.

Оптимальным средством оценки качества web-проектов, как и других классов программных проектов (ПП), является тестирование, различные методы которого могут применяться на всех этапах ЖЦ разработки проекта [2]. Существует шесть основных подходов:

- восходящее тестирование;
- нисходящее тестирование;
- модифицированный нисходящий метод;
- метод большого скачка;
- метод «сандвича»;
- модифицированный метод «сандвича».

Анализ данных подходов показал преимущества использования метода «сандвича» и модифицированного метода «сандвича» для тестирования сложных, особенно интегрированных, ПП [3]. При использовании метода «сандвича» одновременно начинают восходящее и нисходящее тестирование, собирая программу как снизу, так и сверху и сходятся в точке встречи, которая зависит от конкретной тестируемой программы и должна быть заранее определена при изучении структуры ПП. Метод «сандвича» сохраняет такое достоинство нисходящего и восходящего подходов, как начало интеграции системы на самом раннем этапе. Поскольку вершина программы появляется, начиная с первого этапа ЖЦ, разработчики, как при нисходящем тестировании, уже на раннем этапе получают работающий каркас программы. Поскольку нижние уровни программы создаются по восходящему приниципу, снимаются те проблемы нисходящего метода, которые были связаны с невозможностью тестирования некоторых условий в глубине программы. В модифицированном методе «сандвича» модули верхних уровней сначала тестируются изолированно, а затем собираются нисходящим методом. Таким образом, модифицированный метод «сандвича» также представляет собой компромисс между восходящим и нисходящим подходами.

Учитывая рассмотренные преимущества данных подходов к тестированию, авторами было принято решение разрабатывать модель управления качеством web-проектов, основываясь на данных принципах, т.е. использовать методы управления качеством web-проектов в совокупности с методами тестирования, начиная с этапа формирования требований. В общем виде модель представлена на рисунке 1.

Разработанная модель управления качеством web-проектов на основе тестирования предоставляет следующие преимущества:

- Модифицированный метод оценки риска ПП, используя нечеткий вывод, позволяет определить лучшую модель для разработки ПП, используя как ключевой показатель уровень проектного риска [4];
- Впервые предложенный метод оценки качества прогресса разработки web-проектов,

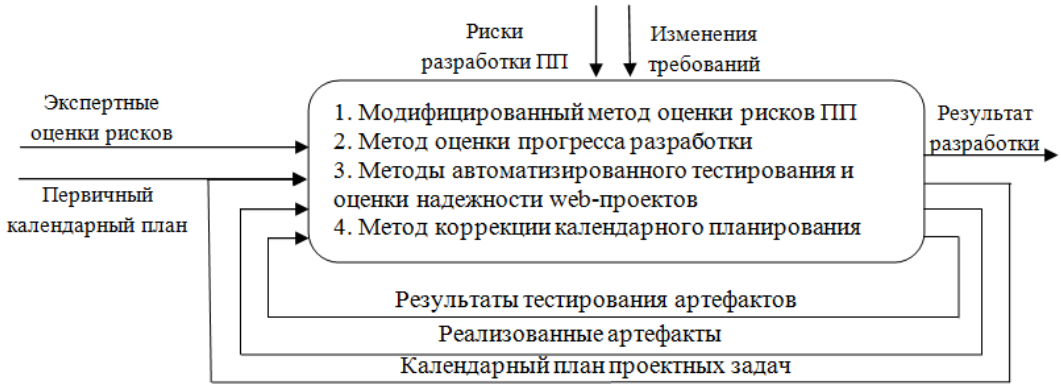


Рис. 1. Общий вид модели управления качеством web-проектов на основе тестированияа

исходя из количества разработанных страниц разного уровня вложенности и их соответствия эволюционному прототипу, утвержденного заказчиком, дает возможность оценить прогресс разработки web-проекта на любой стадии ЖЦ и определить несоответствия плану разработки [3, 6];

- Методы автоматизированного тестирования и оценки надежности web-проектов дают возможность контролировать качество на каждом этапе ЖЦ с учетом специфики итерационного процесса разработки [3];
- Метод коррекции календарного планирования, за счет использования уровня проектного риска при планировании календарных резервов проектных работ, позволяет определить средства управления рисками и снизить риск нарушения календарного планирования.

Выводы. Предложенная модель управления качеством web-проектов на основе тестирования позволяет снизить уровень риска разработки проекта, контролировать прогресс разработки web-проекта, оценить соответствие эволюционному прототипу и календарному плану на данной итерации, а также получить рекомендации по управлению рисками и изменению сроков календарного планирования проектных задач. Исходя из этого, можно сделать вывод, что рассмотренная модель дает возможность разработать web-проект в соответствии с запланированными сроками и выдвинутыми требованиями к проекту с наименьшим уровнем риска и заявленным уровнем качества.

Литература. **1.** Брагина, Т.И. Сравнительный анализ итеративных моделей разработки программного обеспечения [Текст] / Т.И. Брагина, Г.В. Табунщик // Радиоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2010. – № 2. – С. 130 – 139. **2.** Брагина, Т.И. Классификация методов тестирования по видам программных проектов [Текст] / Т.И. Брагина, Г.В. Табунщик // Системний аналіз. Інформатика. Керування: зб. тез доповідей III Всеукр. науч.–практ. конф. САІУ–2012, Березень 14–16, 2012, Запоріжжя, Україна. – Запоріжжя:Вид-во КПУ. – С. 40-42. **3.** Брагина, Т. И. Стратегия тестирования web - проектов / Брагина Т. И., Табунщик Г. В. // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія “Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка” (ІКОТ-2012). Випуск 15 (203) – Донецьк: ДВНЗ “ДонНТУ”. – 2012.– С. 118-124. **4.** Брагина, Т.И. Анализ подходов к управлению рисками в программных проектах с итеративным жизненным циклом [Текст] / Т.И. Брагина, Г.В. Табунщик // Радиоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2011. – №2 – С. 120-124. **5.** Брагина, Т.И. Нечеткий анализ проектного риска [Текст] / Т.И. Брагина, Г.В. Табунщик // Системи обробки інформації. Вип.3 (93). - 2011. – С. 15-21. **6.** Брагіна, Т.І. Розробка засобів інтеграції / Т.І. Брагіна // Системи обробки інформації. Вип.8 (106). - 2012. – С. 127-130.

***Бритов О.А.*[1], *Макеєнок О.М.*[2]**
[1]*Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна;* [2]*Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАНУ та МОНС, Київ, Україна*

Порівняння осереднюючих фільтрів

При обробці часових рядів для згладжування ряду використовуються осереднюючі фільтри [1]. У випадку дискретних рядів найчастіше використовуються цифрові фільтри рухомого середнього та експоненціального середнього. Перед розробником системи обробки даних постає питання: який фільтр обрати в тому чи іншому випадку. В пропонованій доповіді наводиться порівняння характеристик фільтрів рухомого середнього та експоненціального середнього, пропонується критерій еквівалентності цих фільтрів та надаються рекомендації до практичної реалізації осереднюючих фільтрів. Фільтр рухомого середнього порядку N в поточний момент часу обчислює середнє арифметичне останніх N відліків часового ряду, його різницеве рівняння має вигляд:

$$\bar{s}(n) = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N-1} s(n-i)$$

Для зменшення кількості операцій додавання, необхідних для реалізації цього фільтра, його реалізують у рекурсивній формі:

$$\bar{s}(n) = \frac{1}{N}\left(s(n) - s(n-N)\right) + \bar{s}(n-1)$$

Різницеве рівняння фільтра експоненціального осереднення запишемо у вигляді:

$$\bar{s}(n) = as(n) + b\bar{s}(n-1), \bar{s}(n-1) = 0$$

Як відомо [2], математичне очікування вихідного сигналу фільтру дорівнює математичному очікуванню вхідного сигналу, помноженому на суму відліків імпульсної характеристики фільтру, а дисперсія вихідного сигналу лінійного фільтру дорівнює дисперсії вхідного сигналу, помноженої на суму квадратів імпульсної характеристики фільтру.

Математичне очікування і дисперсія виходу фільтру рухомого середнього, визначаються виразами

$$\mu_{\bar{s}} = \mu_s,$$

Для фільтра експоненціального осереднення математичне очікування та дисперсія обчислюються, виходячи з представлення фільтру у вигляді згортки вхідного сигналу з імпульсною характеристикою:

$$\bar{s}(n) = \sum_{i=0}^{\infty} h(n)s(n-i) = \sum_{i=0}^{\infty} ab^n s(n-i), 0 < b < 1$$

З останнього виразу видно, що відліки ряду входять до середнього з експоненціальними коефіцієнтами, звідки випливає назва цього фільтру.

Звідси неважко отримати вирази для математичного очікування та дисперсії вихідного ряду [2]:

$$\mu_{\bar{s}} = \mu_s \sum_{i=0}^{\infty} h(i) = \mu_s \frac{a}{1-b}$$

$$\sigma_{\bar{s}}^2 = \sigma_s^2 \frac{a^2}{1-b^2}$$

Як бачимо, для отримання незміщеної оцінки математичного очікування необхідно витримати співвідношення між коефіцієнтами фільтра:

$$a = 1 - b$$

Оскільки головною метою застосування таких фільтрів є зменшення дисперсії випадкового процесу, еквівалентними можна вважати такі фільтри, які забезпечують однакове зменшення дисперсії. Прирівнюючи вихідні дисперсії двох фільтрів, наведені вище, можна записати рівняння:

$$\frac{\sigma_s^2}{N} = \sigma_s^2 \frac{a^2}{1-b^2} = \sigma_s^2 \frac{1-b}{1+b}$$

Звідки отримуємо умову еквівалентності фільтра експоненціального середнього фільтру рухомого середнього порядку N:

$$b = \frac{N-1}{N+1}$$

З другого боку, можна визначити еквівалентний інтервал осереднення для фільтра експоненціального середнього як

$$N = \lfloor \frac{1+b}{1-b} \rfloor$$

Різниця реалізацій двох фільтрів полягає в об'ємі та характері необхідних ресурсів.

Фільтр рухомого середнього потребує виконання N операцій додавання при нерекурсивній реалізації і 2 операції додавання при рекурсивній реалізації. Незалежно від типу реалізації при роботі в реальному масштабі часу цей фільтр потребує N комірок пам'яті для зберігання затриманих відліків вхідного процесу. При роботі з записаними даними можна не використовувати додаткову пам'ять, використовуючи вже записані відліки. Операції ділення на N можна також позбутися, якщо вибрати значення N, яке дорівнює цілому ступеню 2.

Фільтр експоненціального середнього потребує 1 комірку пам'яті і виконує 2 операції множення і 1 операцію додавання незалежно від еквівалентного інтервалу осереднення. Платою за розширення інтервалу осереднення може бути підвищення розрядності операндів. Множення можна позбутися , якщо вибирати значення коефіцієнта a виду 2^{-k}. В цьому випадку множення зводяться до зсуву і додавання.

Відмінність фільтрів виявляється також в частотній області, коли розглядаються частотні характеристики фільтрів. Амплітудно - частотна характеристика (АЧХ) фільтра рухомого середнього описується формулою

$$|H_{pc}(e^{j2\pi f})| = \frac{1}{N} \left| \frac{\sin(\pi f N)}{\sin(\pi f)} \right|, 0 \leqslant f \leqslant 0.5$$

тоді як АЧХ фільтра експоненціального середнього має вигляд

$$|H_{ec}(e^{j2\pi f})| = \frac{a}{\sqrt{1+b^2-2b\cos(2\pi f)}}, 0 \leqslant f \leqslant 0.5$$

В наведених формулах f – нормована частота (відношення реальної частоти до частоти дискретизації).

Ще одна відмінність, яка може бути критичною для вибору осерднюючого фільтра, полягає в тому, що фазо – частотна характеристика (ФЧХ) фільтра рухомого середнього строго лінійна, тоді як ФЧХ фільтра експоненціального середнього принципово нелінійна.

Література. **1.** Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) – М : Наука, 1977, 832 с., илл. **2.** Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. – М:Мир, 1989. – 540 с., ил.

Бритов О.А., Петренко А.І.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Виявлення точок інтересу методом інтегральних проекцій

В основі алгоритмів оцінки векторів руху відео зображень лежить знаходження нової позиції блоків зображення. При стисненні відео послідовностей вихідним матеріалом, як правило, є повні кадри, отримані в результаті зйомки камерою, які вміщують лише шум камери, який має невелику інтенсивність і представляє собою білий шум, відліки якого не корельовані між собою. В цих умовах вибір блоків для оцінки руху може бути довільним. Тобто практично для кожного блока буде знайдене коректне його положення в новому кадрі. Для стиснення відео зображень найчастіше використовуються алгоритми з втратами точності. В результаті відновлені кадри відрізняються, і часто суттєво, від оригінальних. В цих умовах деякі блоки виявляються спотвореними до невпізнання. Два блоки, однакові в двох оригінальних кадрах, в відновлених кадрах виявляються зовсім різними. Тому їх використання для оцінки руху не має сенсу. Особливо це стосується блоків з низькою яскравістю та контрастом.

На практиці частіше доводиться мати справу зі стиснутими відео послідовностями, тому необхідно застосовувати алгоритми виявлення блоків, які придатні для відстежування зміни їх розташування.

Такі блоки або точки зображення називають точкам інтересу, особливими точками, або кутками. Остання назва витікає з того, що найчастіше такі блоки вміщують точку стикання ліній, розташованих під різними кутами, або точку, в якій лінія змінює напрям. Точку інтересу можна визначити як точку, в якій зміна інтенсивності зображення в будь-якому напрямку є достатньо великою. На практиці достатня величина зміни інтенсивності визначається величиною порогу прийняття рішення про фіксацію точки інтересу в точці (або блоці), яка розглядається.

Один з найбільш популярних методів виявлення точок інтересу запропонований Харрісом [1]. Метод базується на аналізі власних чисел матриці виду:

$$M(x,y) = \sum_{i=x-\frac{L_x}{2}}^{x+\frac{L_x}{2}-1} \sum_{j=y-\frac{L_y}{2}}^{y+\frac{L_y}{2}-1} w(i,j) \begin{bmatrix} \left(\frac{\partial I(i,j)}{\partial i}\right)^2 & \frac{\partial I(i,j)}{\partial i}\frac{\partial I(i,j)}{\partial j} \\ \frac{\partial I(i,j)}{\partial i}\frac{\partial I(i,j)}{\partial j} & \left(\frac{\partial I(i,j)}{\partial j}\right)^2 \end{bmatrix}$$

Власні числа матриці M несуть важливу інформацію про властивості зображення в околиці точки (x,y) [1, 2]. Точка є точкою інтересу, якщо обидва власних числа приймають великі за модулем значення, незалежно від орієнтації границь зображення в околиці точки. Для практичного застосування цього критерію йому не вистачає простоти. Тому в роботі Харриса запропоновано для визначення точок інтересу використовувати величину

$$F_{CH}(x,y) = det\left(M(x,y)\right) - k * tr\left(M(x,y)\right)^2$$

де k – константа чутливості, значення якої визначається експериментально.

В якості точок інтересу вибираються точки, в яких $F_{CH}(x,y)$ формує локальний максимум, величина якого перевищує заданий позитивний поріг. Точки, в яких функція приймає негативні значення і формує локальний мінімум в напрямку x або y, належать до границі. При реалізації обробки відео зображень в мобільних приладах, вбудованих системах, системах на кристалі часто використовуються процесори, які не мають спеціалізованого арифметичного блока для швидкого виконання операцій множення і операцій з плаваючою крапкою. В цих умовах реалізація метода Харриса, який потребує виконання значної кількості операцій множення, може виявитися надто повільною. Тому постає задача розробки такого метода, який би потребував виконання лише найпростіших арифметичних операцій і дозволяв реалізацію повністю в цілих числах.

Пропонується метод оцінки точок інтересу з використанням критерію, основаного на інтегральних проекціях блоку зображення, що оточує поточну точку. Інтегральна проекція на вертикальну вісь координат обчислюється як сума інтенсивностей точок в кожному рядку.

Відповідно, проекція на горизонтальну вісь представляє собою суми інтенсивностей точок зображення по колонкам:

$$P_y(x,y,j) = \frac{1}{L_x} \sum_{i=-\frac{L_x}{2}}^{\frac{L_x}{2}-1} I(x+i, y+j, j = -\frac{L_y}{2} ... \frac{L_y}{2} - 1$$

$$P_x(x,y,j) = \frac{1}{L_y} \sum_{i=-\frac{L_y}{2}}^{\frac{L_y}{2}-1} I(x+j, y+i, j = -\frac{L_x}{2} ... \frac{L_x}{2} - 1$$

Ознакою точки інтересу є виконання нерівності

$$C_x(x,y) + C_y(x,y) > Th$$

де

$$C_x(x,y) = \frac{max_j P_x(x,y,j) - min_j P_x(x,y,j)}{max_j P_x(x,y,j)}$$

$$C_y(x,y) = \frac{max_j P_y(x,y,j) - min_j P_y(x,y,j)}{max_j P_y(x,y,j)}$$

Th=0...2 - поріг прийняття рішення про наявність точки інтересу.

Для перевірки роботи програми пошуку точок інтересу використано тестове зображення [3].

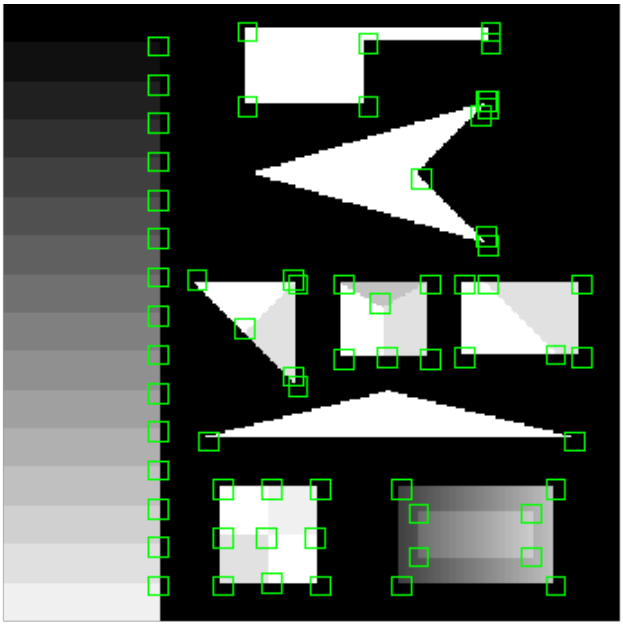


Рис. 1. Результат обчислення точок інтересу методом інтегральних проекцій на тестовому зображенні. Розмір блока 4x4, поріг Th = 0.1. Для наочності розмір блока на зображенні збільшено удвічі.

Література. **1.** Harris C., Stephens M. A combined corner and edge detector. Proceedings of the 4th Alvey Vision Conference, 1988, pp. 147-151. **2.** Burger W., Burge M.J. Principles of digital image processing. Core Algorithms. – Springer-Verlag London Limited, 2009, 328 с., іл. **3.** Інтернет ресурс Corner Detectors. Режим доступу: kiwi.cs.dal.ca/~dparks/CornerDetection/index.htm.Дата доступу 20.02.

***Бурляй И.В.*[1], *Голуб С.В.*[2]**

[1] *Академия пожарной безопасности имени Героев Чернобыля, Черкассы, Украина;* [2] *Черкасский национальный университет имени Богдана Хмельницкого, Черкассы, Украина*

Многослойные модели характеристик процесса пожаротушения в технологии мониторинга пожарной безопасности

С целью повышения эффективности обработки данных в технологии многоуровневого мониторинга пожарной безопасности в качестве алгоритмов преобразования вида информации (АПВИ) предложено использовать многослойные модели характеристик процесса пожаротушения.

Введение. Одним из направлений повышения эффективности пожаротушения является оперативное преобразование информации от вида предыдущих характеристик объекта, на котором произошел пожар, к виду характеристик ресурсов, и перечня действий, которые обеспечат минимизацию времени ликвидации пожара и потерь вследствие возникновения чрезвычайной ситуации. Существует перечень статистических показателей, которые формируют массив входных данных по результатам ликвидации пожаров подразделениями пожарной охраны и содержат информацию о процессе пожаротушения. Проблемой является недостаточная информативность массивов входных данных, которые формируются на основе существующего перечня характеристик процесса ликвидации пожара.

Основные результаты. Технология многоуровневого мониторинга пожарной безопасности [1] формируется по методологии создания информационных систем многоуровневого мониторинга [2] и предусматривает многоуровневое преобразование численных характеристик объектов и подразделений пожарной охраны с целью обеспечения информацией процессов управления пожарной безопасностью заданной административной территории.

Количество уровней преобразования информации определяется экспертным путем согласно поставленной задаче. Технология предусматривает несколько этапов. На подготовительном этапе формируется структура глобальной функции преобразования информации в виде иерархического объединения индуктивных моделей объектов мониторинга соответствующего уровня. На этапе тестирования глобальная функция испытывается на массиве данных, сформированных в течение последнего периода времени, и принимается решения о возможности использования системы для оперативного преобразования информации на следующем этапе. На этапе оперативного преобразования информации результаты мониторинга состояния объектов пожарного надзора превращаются к виду характеристик влиятельности факторов и прогнозных характеристик потерь в результате чрезвычайных ситуаций на административной территории в целом.

Было выявлено, что низкая информативность массивов входных данных, которые сформированы на основе нормированного перечня характеристик пожаротушения, недостаточна для синтеза качественных моделей, которые используются в качестве АПВИ. Выявлено противоречия между потребностью в увеличении информативности массивов входных данных и возможностями их получить, что ограничивается нормированием характеристик, которые оперативно фиксируются в процессе пожаротушения.

Синтез моделей подразумевает обеспечение структурно-функциональной идентификации зависимости

$$y_i = f(X, C), \qquad y = 1, ..., k \tag{1}$$

где y_i – характеристика процесса пожаротушения, которая моделируется; k – количество характеристик для моделирования; X – множество характеристик состояния объекта, где произошел пожар $X = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$, где n – количество характеристик; C – множество ресурсов, которые необходимы для ликвидации пожара $C = \{c_1, c_2, ..., c_m\}$, где m – количество

видов ресурсов при условии:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k}(y_i - y_i^*)}{y_i^*}} \to \min, \tag{2}$$

где y_i^* - действительное значение характеристики, которая моделируется.

Для обеспечения необходимого разнообразия средств синтеза моделей, которые отображают функциональные зависимости (1) в условиях недостаточной информативности массива входных данных предложено использовать метод многослойного синтеза моделей [3]. За счет иерархического объединения показателей массива входных данных многослойное моделирование позволяет отобразить в модели информацию массива входных данных, которая раньше была недоступной.

По результатам решения задачи структурно-функциональной идентификации получают многослойную полиномиальную модель, которая содержит в своей структуре другие модели одного объекта, синтезированные за завершенными алгоритмами.

С целью определения эффективности использования метода многослойного моделирования был проведен модельный эксперимент. Целью моделирования была идентификация функциональной зависимости времени ликвидации пожара от нормативных показателей пожаротушения.

Качество моделей оценивалось за средней относительной погрешностью моделирования наблюдений проверочной последовательности массива входных данных (МВД):

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^{n}\delta_i}{n}, \tag{3}$$

где n – количество наблюдений проверочной последовательности; δ_i – относительная погрешность моделирования y_i отдельного наблюдения проверочной последовательности массива входных данных.

В табл. 1 представлены результаты испытаний метода многослойного синтеза моделей.

Таблица 1. Относительная ошибка модели в зависимости от ее слоя

Количество слоев модели	1	2	3	4
Отосительная ошибка моделирования, δ, %	12,73	12,53	10,53	10,53

Заключение. Таким образом, проблема синтеза качественных моделей для обеспечения информацией процесса оперативного управления пожаротушением, может быть решена с помощью метода многослойного синтеза этих моделей, который способен обеспечить их адекватность в условиях недостаточной информативности МВД.

Получено экспериментальное подтверждение эффективности использования метода многослойного моделирования. Средняя погрешность моделирования на проверочной последовательности уменьшилась на 17,28%.

Литература. **1.** S. Holub, I. Burliai. Multilayer models with multilevel information transformation in technology of fire safety monitoring. In: Proc. of ISC UniTech'12, vol.1, Habrovo, Bulgaria, 2012, pp. 464-466. **2.** Голуб С.В. Багаторівневе моделювання в технологіях моніторингу оточуючого середовища / С.В. Голуб. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2007. – 220 с. **3.** Голуб С.В. Підвищення різноманітності структури алгоритмів обробки інформації в агрегатах автоматизованої системи багаторівневого соціо–екологічного моніторингу / С.В. Голуб // Вісник НТУУ „КПІ". Серія приладобудування. – 2007. – Вип. 34. – С.129-135.

***Величко В.Ю.*[1], *Приходнюк В.В.*[2]**

[1]*Інститут кібернетики ім.В.М.Глушкова НАН України, Київ, Україна;* [2]*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФПМ, Київ, Україна*

Спосіб виділення відношень між термінами в природномовному тексті

Задача автоматизованого виділення відношень між термінами у природномовному тексті залишається актуальною для побудови представлення тексту як у вигляді довільної мережевої структурі так і у формі комп'ютерної онтології. Формалізоване представлення природномовного тексту є необхідною умовою для подальшої автоматизованої обробки великих масивів неструктурованої інформації. У якості термінів у природномовному тексті будемо розглядати іменники та іменні групи, в яких іменники є головними словами, а залежними словами є іменники і прикметники у різних комбінаціях. Будемо вважати, що терміни з тексту виділяються автоматизованим способом, наприклад, як наведено в [1].

Розглянемо підхід до виділення відношень між термінами. Для представлення тексту у формі комп'ютерної онтології необхідно, по-перше, автоматизовано виділяти класифікаційні відношення (такі, як «клас-підклас», «елемент-клас», «частина-ціле», «вище-нижче»), по-друге, ознакові відношення («об'єкт-властивість», «об'єкт-функція»), а серед інших можливих типів відношень можна відзначити, наприклад, просторові, часові, модальні, казуальні відношення. Відношення, що виражаються дієсловами, як правило, є бінарними, тобто встановлюються між двома термінами, або терміном та однорідними групами термінів. Якщо термін представлений у тексті іменною групою, тобто складається з декількох слів (наприклад, «обчислювальна техніка»), то з нього, як правило, можна виділити ряд простіших термінів («техніка»). Так можна сформувати дерево термінів – простіші терміни будуть знаходитись вище в ієрархії. З високою долею імовірності між термінами, що входять до такого дерева, існує одне з класифікаційних відношень, яке можна визначити за рахунок аналізу відомих властивостей слів, що входять до іменної групи.

Для визначення відношень між термінами, що не входять до одного дерева термінів, можна використовувати процедуру пошуку за шаблонами, які описуються за допомогою логіки предикатів другого порядку. Кожен шаблон являє собою послідовність предикатів. Предикати використовуються двох типів - ті, які виділяють підмножину термінів, і ті, які виділяють підмножину ключових слів. Перші являють собою списки правил, інші - списки власне ключових слів. Кожен шаблон містить предикати як першого, так і другого типу.

Побудова шаблонів здійснюється в два етапи. На першому етапі визначається структура шаблона. На другому етапі формуються предикати, з яких складається шаблон - тобто списки ключових слів і правил. Кожному шаблону відповідає один тип відношення, яке цей шаблон виділяє.

Процедура пошуку за шаблоном полягає у побудові дерева розбору речення [2], виділенні з нього ключових слів і перевірці їх на відповідність шаблонам, що зв'язані зі знайденими ключовими словами. У випадку складного речення аналіз виконується незалежно для кожної з його окремих частин. Процедура побудови дерева розбору призначена для попереднього аналізу речення, що спрощує застосування шаблонів. Власне використання шаблонів полягає в послідовній вибірці вершин дерева розбору і фільтрів шаблону, і визначенні, чи задовольняють вони один одному. Розглянутий спосіб виділення відношень між термінами дозволяє здійснювати автоматизовану підтримку процесу побудови онтології за природномовним текстом.

Література. **1.** Величко В.Ю. Автоматизированное создание тезауруса терминов предметной области для локальных поисковых систем. / В. Величко, П. Волошин, С. Свитла. // International Book Series "INFORMATION SCIENCE & COMPUTING" — FOI ITHEA Sofia, Bulgaria. — 2009. — № 15. **2.** Башмаков А.И. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. пособие / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков. ; М.: Изд.-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.

Виноградов Ю.М., Глушко О.Ю., Федоречко О.І.
Національний технічний університет України "Київський политехнічний інститут", Київ, Україна

Спосіб корекції двократних помилок передачі даних

Динамічне зростання швидкостей передачі даних в телекомунікаційних та комп'ютерних системах пов'язане зі збільшенням числа виникаючих помилок і, відповідно, диктує необхідність адекватного вдосконалення засобів їх контролю і виправлення. Хоча кількість помилок, що виникають при передачі підпорядкована біноміальному закону, тенденція до зростання довжини блоку вимагає забезпечення можливостей корекції двох помилок. Існуючі коди для виправлення двох помилок потребують великої кількості контрольних розрядів та обчислень, які складно реалізувати в темпі передачі даних.

Метою досліджень є створення ефективних засобів корекції двократних помилок.

Для досягнення цієї мети пропонується спосіб на основі на основі зважених контрольних сум. При передачі m-бітового блоку $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}, \forall i \in \{1, ..., m\} : b_i \in \{0, 1\}$ пропонується обчислювати дві компоненти контрольного коду. Перша компонента C_1 являє собою суму за модулем 2 добутків бітів на їх номери в блоці: $C_1 = 1 \cdot b_1 \oplus 2 \cdot b_2 \oplus ... \oplus m \cdot b_m$. Розрядність C_1 дорівнює $n = \log_2 m$. Друга компонента C_2 контрольного коду обчислюється як поліноміальний добуток на полі Галуа бітів на їх номери в блоці: $C_2 = (1 \cdot b_1 \otimes 2 \cdot b_2 \otimes 3 \cdot b_3 \otimes ... \otimes m \cdot b_m)$ rem P, де символом "$\otimes$" позначено операцію поліноміального множення (множення без переносів), P - простий поліном степені $2 \cdot n + 1$, через A rem P позначено залишок від поліноміального ділення коду A на P.

Якщо позначити через $<C_{1S}, C_{2S}>$ і $<C_{1R}, C_{2R}>$ контрольні коди, що обчислюються відповідно на передавачеві та приймачі, то різниці компонентів контрольного коду, що обчислюються на приймачі формуються у вигляді: $\Delta_1 = C_{1S} \oplus C_{1R}$ та $\Delta_2 = C_{2S} \oplus C_{2R}$. Якщо припустити, що під час передачі трапилися спотворення бітів блоку з номерами a і b, і позначити через $x = a \otimes b$, то цілком очевидно, що має місце:

$$C_{2S} \otimes x = \mu \otimes P \oplus C_{1S} \tag{1}$$

де μ - певне число. Фактично (1) являє собою систему з $(4 \cdot n)$ бітових лінійних рівнянь, з якої можна знайти $(4 \cdot n - 1)$ невідомих розрядів x та μ. Після цього, для визначення номерів a і b потрібно розв'язується система рівнянь:

$$\begin{cases} a \otimes b = x \\ a \oplus b = \Delta_1 \end{cases} \tag{2}$$

Система (2) аналогічно трансформується в систему $(2 \cdot n)$ бітових рівнянь, вирішуючи яку можна отримати n-розрядні значення невідомих a та b.

Наприклад, якщо передається блок $B = \{1, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 0\}$, то $m = 15$, $n = 4$, $C_{1S} = 15_{10} = 1111_2$. За умови, що в якості P вибрано поліном 9-ї степені $299_{10} = 100101011_2$, $C_{2S} = 220_{10}$. Якщо припустити, що під час передачі трапилися спотворення 5-го та 12-го бітів блоку ($a = 5$ і $b = 12$), тобто на приймачі прийнято блок $\{1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0\}$, то $C_{1R} = 6_{10} = 0110_2$, $C_{2S} = 346$, відповідно: $\Delta_1 = 9 = a \oplus b$. В рамках прикладу, що розглядається, $n = 4$ і рівняння (1) має вигляд: $324 \otimes x = \mu \otimes 299 \oplus 220$. З цього рівняння, розв'язуючи систему бітових рівнянь, можна отримати, що $x = 60$ і $\mu = 28$. Відповідно, система (2) складається з рівнянь: $a \otimes b = 60$ та $a \oplus b = 9$ і має однозначний розв'язок $a = 5$ і $b = 12$.

Обчислювальна складність $O(\log_2 m)$ розв'язання двох систем бітових рівнянь суттєво менша за складність локалізації спотворених бітів за допомогою циклічних кодів, в тому числі кодом Ріда-Соломона, яка становить $O(m)$. Кількість контрольних розрядів дорівнює $3 \cdot \log_2 m$. Коди Ріда-Соломона потребують для корекції двократної помилки $4 \cdot \log_2 m$ контрольних розрядів, а коди Хемінга - $(\log_2 m)^2$. Таким чином, запропонований спосіб корекції двократних помилок дозволяє за рахунок спеціалізації зменшити, в порівнянні з відомими методами, кількість контрольних розрядів та суттєво прискорити виконання процедури корекції помилок.

Гавенко О.В.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Новий підхід до формалізації реляційних зв'язків баз даних геоінформаційних систем

Однією з проблем створення та супроводження геоінформаційних систем (ГІС) природних та технічних систем при адаптації до різних умов застосування цих ГІС та масштабів карт, є необхідність постійного внесення змін у структуру бази даних (БД) на основі вимог фахівців з відповідної предметної області. А це, у свою чергу, займає чимало часу, і важко піддається автоматизації. Основна складність полягає у традиційному описі та формалізації зв'язків між таблицями БД [1,2]. Переважна кількість БД створюється на основі реляційної моделі, зокрема з використанням систем управління базами даних (СУБД) MS Access, Paradox, Oracle та ін. [3].

Отже, актуальною є задача розробки нового підходу до формалізації реляційних зв'язків баз даних ГІС, який дозволяв би легко адаптуватись до змін структури БД.

У загальному випадку реляційну БД можна представити наступною моделлю:

$$D = [T, R], R = [R_o, R_z], T = [T_1, T_2, .., T_n], \quad (1)$$

де D — реляційна БД, а T — таблиці БД, де T_i – таблиця, яка зберігає інформацію про і-й об'єкт предметної області; R — реляційні зв'язки; R_o — реляційні зв'язки між об'єктами предметної області (таблицями), R_z — реляційні зв'язки між екземплярами об'єктів.

При традиційному підході побудови реляційних баз даних реляційні зв'язки між об'єктами предметної області є незмінними. Реляційні зв'язки між екземплярами об'єктів зберігаються у таблицях T за допомогою ключових полів, що суттєво ускладнює автоматизацію процесу зміни структури БД.

Формалізація БД, як відомо, складається із двох етапів: формалізація об'єктів предметної області; формалізація реляційних зв'язків між об'єктами предметної області. Формалізацію об'єктів предметної області пропонується здійснювати за допомогою засобів мови - XML Schema, що дозволяє описувати структури XML-документів, які зберігатимуть інформацію про об'єкти предметної області. Результатом формалізації є файли з розширенням xsd.

Формалізацію реляційних зв'язків між об'єктами предметної області пропонується здійснювати шляхом побудови псевдографа реляційних зв'язків G=(V,E), де вершини V представляють об'єкти предметної області, а множина ребер E представляє реляційні зв'язки між об'єктами предметної області. Основною перевагою представлення реляційних зв'язків за допомогою псевдографа є те, що він дозволяє встановлювати реляційні зв'язки не лише між різними об'єктами а й між одним і тим самим об'єктом. Запропонований підхід не накладає жодних обмежень на кількість реляційних зв'язків між парами об'єктів.

Такий підхід формалізації БД дозволяє розробляти автоматизовані середовища створення та інтеграції БД. Типову модель подібного середовища наведено на рисунку 1.

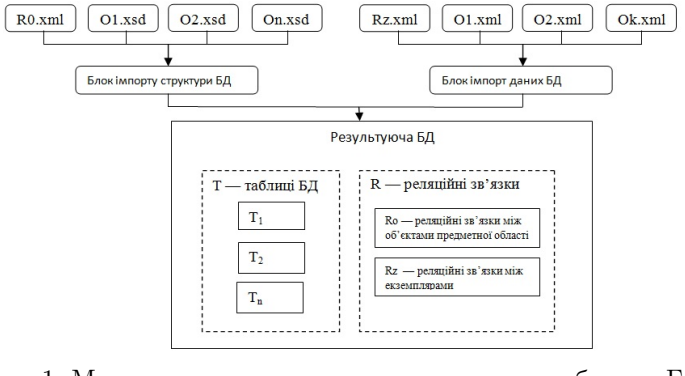


Рис. 1. Модель автоматизованого середовища побудови БД

Реляційні зв'язки між об'єктами предметної області, представлені у вигляді псевдографа реляційних зв'язків, пропонується зберігати за допомогою файлу R0.xml, інформація з якого може імпортуватись у системну таблицю Ro. Реляційні зв'язки між екземплярами об'єктів предметної області пропонується зберігати за допомогою файлу Rz.xml, інформація з якого може імпортуватись у системну таблицю Rz.

Тобто реляційну модель (1) можна представити як комплекс пов'язаних XML-файлів: R0.xml, Rz.xml, O1.xsd, O2.xsd, O3.xsd, ..., On.xsd, O1.xml, O2.xml, O3.xml ,..., Ok.xml, де n – кількість об'єктів предметної області, а k – кількість екземплярів i-го об'єкта предметної області.

Блок імпорту структури БД дозволяє автоматизовано створити БД на основі інформації про об'єкти та реляційні зв'язки між ними. Блок імпорту даних БД дозволяє здійснити автоматичне наповнення БД даними.

Розглянемо формалізацію БД на прикладі транспортної мережі міста, що складається з наступних типів об'єктів: проїжджа частина, смуга руху, пішохідний перехід, дорожні знаки, світлофорний об'єкт. Спочатку здійснюється формалізація об'єктів транспортної мережі у вигляді xsd-файлів: roadway.xsd, lane.xsd, roadsign.xsd, crosswalk.xsd, lightobject.xsd. Другий етап формалізації полягає у побудові і формалізації псевдографа реляційних зв'язків G=(V,E) та його збереженні в обмінний файл R0.xml (рис. 2). На основі формалізованих об'єктів та реляційних зв'язків між ними за допомогою автоматизованого середовища побудови БД можна здійснити автоматичну побудову БД (рис. 3).

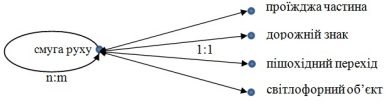


Рис. 2. Псевдограф реляційних зв'язків

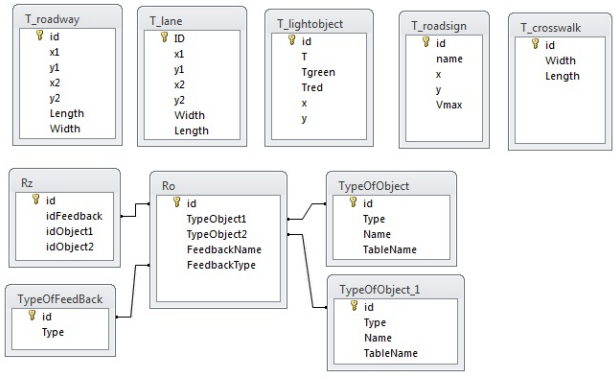


Рис. 3. Схема БД транспортної мережі

У роботі запропоновано новий підхід до формалізації зв'язків баз даних геоінформаційних систем, що дозволяє автоматизувати процес створення БД зі зміною структурою. Такий підхід дозволяє ввести операції над реляційними зв'язками різних БД (об'єднання, перетин, різниця), що дозволяє автоматизувати процес синтезу БД. Слід зазначити, що такий підхід, також, дозволяє розробляти програмне забезпечення, яке є незалежним від структури БД. А, це у свою чергу, дозволяє автоматизувати процес зміни структури баз даних ГІС під час адаптації типового забезпечення до різних масштабів карт, регіонів, предметних задач тощо.

Література. **1.** Іщук О.О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС/ Іщук О.О., Коржнев М.М., Кошляков О.Є. – Київ.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. – 200 с. **2.** Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми / Під ред. В.Б. Мокіна. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 310 с. **3.** Ладичук Д.О. Бази геоінформаційних даних/ Ладичук Д.О., Пічура В.І. - Херсон: Видавництво ЩУ, 2007. – 103 с.

Глущевський В.В., Мержинський Є.К.
Запорізька державна інженерна академія, Запоріжжя, Україна

Проблеми та перспективи формування інформаційної системи екологізації інвестиційної діяльності регіону

В умовах всебічного впровадження сучасних інформаційних технологій найперспективнішим напрямом застосування обчислювальної техніки є створення і впровадження інформаційних систем для управління інвестиційною діяльністю регіону. Інформаційні системи дозволяють здійснити збір, обробку й аналіз об'єктивної статистичної інформації, підвищити рівень інформаційного забезпечення процесів управління та його ефективність, що є одним із пріоритетних завдань екологічної політики України. Така інформація необхідна при розробці довгострокових інвестиційних програм еколого-економічного розвитку країни та її регіонів, визначенні стратегічних напрямів екологізації інвестиційної діяльності підприємств.

З метою створення ефективної системи управління екологічно орієнтованою інвестиційною діяльністю регіону нами була розроблена у загальному вигляді функціональна структура інформаційної системи екологізації інвестиційної діяльності, яка представлена на рис. 1.

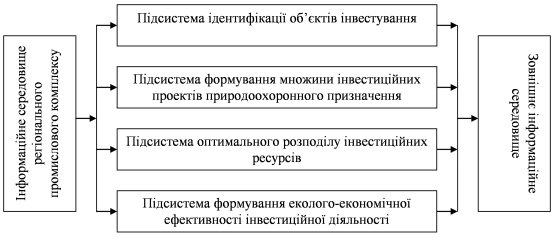


Рис. 1. Функціональна структура інформаційної системи екологізації інвестиційної діяльності регіону

Інформаційна система екологізації інвестиційної діяльності регіону складається із підсистем, які відносяться до всіх стратегічно важливих аспектів досягнення еколого-економічної ефективності інвестиційної діяльності в регіональному промисловому комплексі. Окремі підсистеми не ізольовані, а взаємодіють між собою на рівні єдиного інформаційного середовища. Модульний принцип побудови інформаційної системи екологізації інвестиційної діяльності регіону із максимально можливим використанням проблемно-орієнтованих пакетів прикладних програм дасть змогу швидко адаптувати її для конкретного використання при реалізації інвестиційних програм регіону.

Аналіз існуючих пакетів прикладних програм з оцінки ефективності інвестицій, а саме, таких як: Project Excper, AnalyzerXL, InvestWork 5.0, «Інвестиційний аналіз 1.7» і т.п. свідчить про різноманітність застосовуваних методик для технічного аналізу інвестиційного ринку, ведення інвестиційних портфелів. Ці програми дозволяють розрахувати ефект від введення в дію нового виробництва, заміни застарілого устаткування на нове з метою збільшення об'єму продажів і якості продукції, проаналізувати фінансовий стан об'єктів інвестування тощо. При цьому, зазначені прикладні програми не дозволяють визначити об'єкти інвестування з позиції впливу на навколишнє природне середовище, природоємності продукції, а також розрахувати еколого-економічну ефективність запровадження найкращих доступних технологій на підприємствах, що унеможливлює їх застосування при реалізації запропонованої інформаційної системи екологізації інвестиційної діяльності регіону. Отже, для ефективної реалізації інформаційної системи необхідно розробити прикладну програму яка дозволить врахувати зазначені недоліки.

Таким чином, створена інформаційна система дозволить впорядковувати рух інформації необхідної для управління інвестиційною діяльністю від промислових підприємств до місцевих органів в рамках екологічної програми збалансованого розвитку регіону.

Говорущенко Т.О.
Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна

Дослідження результатів виявлення помилок програмного забезпечення на різних етапах життєвого циклу

Вступ. Криза у галузі забезпечення якості ПЗ була помітною ще більше 50 років тому, але при наявності ряду методів та засобів, залученні кращих фахівців для розроблення технологій та стандартів забезпечення якості програмних комплексів, якість ПЗ, як і раніше, залежить від знань та досвіду розробників. За наближеними оцінками витрати на розроблення ПЗ складають близько 275 мільярдів доларів, але лише 72 % проектів досягають етапу впровадження і всього 26 % проектів завершуються успіхом [1]. За оцінками The Wall Street Journal, більше 50 % від загальної кількості програмних проектів не виправдовують очікувань, причому роботи над 42 % відсотками проектів припиняються задовго до їх логічного завершення [2]. Одним із критеріїв успішності програмних проектів є їх складність, а відповідно і вартість. Дослідження Standish Group показало, що проекти вартістю менше 750 тисяч доларів вявляються успішними у 55% випадків, вартістю - від 1 до 2 млн - у 18%, вартістю від 5 до 10 мільйонів - всього у 7% випадків [2]. Постійне зростання складності функцій ПЗ неминуче призводить до збільшення їх обсягу та трудомісткості створення. Сучасне ПЗ обсягом в мільйони рядків коду в принципі не може бути безпомилковим, тому актуальною є проблема досягнення необхідного рівня якості.

Інциденти та катастрофи, пов'язані із помилками та збоями у ПЗ, продовжують і продовжують з'являтись: 1) Mariner1 (1962 рік); 2) Космос-419 (1971 рік); 3) Хардфордська спортивна арена (1978 рік); 4) Серпухов-15 (1983 рік); 5) Нью-Йоркський банк (1985 рік); 6) Therac-25 (1985-1987 роки); 7) "черв'як" Morpica (1988 рік); 8) телефонна компанія AT&T (1990 та 1998 роки); 9) система Patriot (1991 рік); 10) Chinook (1994 рік); 11) процесор Intel Pentium (1994 рік); 12) Боїнг-757 (1995 рік); 13) Ariane 5 (1996 рік); 14) Mars Climate Orbiter, Mars Polar Lander (1999 рік); 15) Milstar (1999 рік); 16) Зеніт (2000 рік); 17) Bell V-22 Osprey (2000 рік); 18) Multidata Systems International (2001 рік); 19) викид радіації у Західній Австралії (2001 рік); 20) Columbia (2003 рік); 21) відключення від електропостачання частини США і Канади (2003 рік); 22) CryoSat (2005 рік); 23) Mars Global Surveyor (2006 рік); 24) F-22 (2007 рік); 25) A330 (2008 рік); 26) супутники ГЛОНАСС (2010 рік); 27) Фобос-Грунт (2011 рік); 28) біржеві роботи компаній ММВБ-РТС та Knight Capital Group (2012 рік); 29) Зенит-3SL (2013 рік) [3].

Результати виявлення помилок ПЗ на різних етапах життєвого циклу. У грудні 2011 року фахівці NASA успішно виправили помилку у ПЗ бортового обчислювального комплексу космічного апарату, який рухався до Марсу, з марсоходом "Кьюріосіті" на борту [4]. Але такий приклад усунення помилок на етапі експлуатації ПЗ є вельми рідким явищем. Як правило, такі інциденти призводять до значних людських та економічних втрат. Тому формулювати та перевіряти вимоги до якості необхідно на ранніх етапах життєвого циклу програмного забезпечення, бажано вже на етапі проектування. Залежність вартості виправлення помилок від етапу життєвого циклу (ЖЦ) програмного забезпечення наведено на рис.1 [5].

Дослідження останніх 25 років переконливо довели вигоду вірного виконання проектів з першого разу та високу вартість внесення змін, яких можна було уникнути. Так, вчені з компаній Hewlett-Packard, IBM, Hughes, Aircraft, TRW виявили, що виправлення помилки до початку конструювання в 10-100 разів дешевше, ніж її усунення в кінці роботи над проектом, під час тестування або після його випуску - рис.2 [6]. Дані рис.2 показують, що дефект архітектури, виправлення якого при проектуванні архітектури, коштує 1000$, під час тестування системи може вимагати для усунення 15000$. Із збільшенням інтервалу між моментами внесення та виявлення дефекту вартість його виправлення сильно зростає. Це твердження вірне як для дуже послідовних проектів, так і для дуже ітеративних.

Отже, виправляти помилки потрібно якомога раніше. Чим довше дефект зберігається у ланцюгу розроблення ПЗ, тим більше шкоди він завдає на наступних етапах. Крім того,

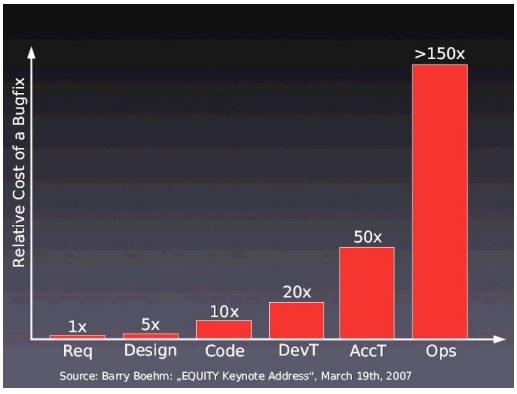


Рис. 1. Залежність вартості виправлення помилок від етапу життєвого циклу ПЗ

	Час виявлення дефекту				
Час внесення дефекту	Формулювання вимог	Проектування архітектури	Конструювання (кодування)	Тестування	Після випуску ПЗ
Формулювання вимог	1	3	5-10	10	10-100
Проектування архітектури	-	1	10	15	25-100
Конструювання (кодування)	-	-	1	10	10-25

Рис. 2. Середня вартість виправлення дефектів в залежності від часу їх внесення та виправлення (в умовних одиницях)

дефекти, внесені в систему раніше, мають більш широкий вплив, ніж дефекти, внесені пізніше, що також підвищує ціну більш ранніх дефектів. Наразі в більшості проектів основна частина зусиль з виправлення дефектів все ще виконується на етапі тестування, а то й після випуску ПЗ, отже, на відлагодження та переробку йде близько 50% часу типового циклу розроблення ПЗ. В десятках компаній було виявлено, що політика раннього виправлення дефектів може в кілька разів знизити фінансові та часові витрати на розроблення ПЗ, що є вагомим аргументом на користь якомога більш раннього виявлення та усунення дефектів.

Висновки. Взагалі, на думку відомого вченого у галузі програмної інженерії Баррі Боема, програмну індустрію очікує техногенна катастрофа, пов'язана з дефектним ПЗ, яке проникає у всі сфери людської діяльності. При тому, що складність деяких програмних розробок на сьогодні вже перевищує складність багатьох машинобудівних або інфраструктурних проектів, а наслідки помилок є катастрофічними, програмна інженерія залишається не забезпеченою фундаментальною теорією та методологією. Якщо в індустрії розроблення програм не відбудеться кардинальних змін, то світ не уникне техногенних катастроф, викликаних помилками в коді або збоями при управлінні складними програмними системами.

Перспективним, на думку автора, є розроблення необхідної теорії і методології оцінювання і прогнозування якості та складності програмного забезпечення на етапі проектування, а також теоретичних та методологічних засад побудови та впровадження інтелектуальних інформаційних технологій для управління характеристиками програмного забезпечення. Подальші зусилля автора будуть спрямовані на вирішення цих проблем.

Література. **1.** Мищенко В.О., Поморова О.В., Говорущенко Т.А. CASE-оценка критических программных систем. В 3-х томах. Том 1. Качество / Под ред. Харченко В.С. - Харьков: Нац.аэрокосмический университет "ХАИ", 2012. - 201 с., **2.** William J. Brown, Raphael C. Malveau, Hays W. McCormick, Thomas J. Mowbray. AntiPatterns: Refactoring Software, Architectures, and Projects in Crisis - Wiley, 1998 - 336 p., **3.** Говорущенко Т.О., Малярчук Р.А. Аналіз результатів прояву рівня якості програмного забезпечення // Інтелектуальні технології в системному програмуванні: Збірник праць науково-практичної конференції молодих вчених та студентів - Хмельницький: ПП Гонта А.С., 2013, **4.** Инженеры NASA устранили неполадку компьютера марсохода Curiousity, http://www.gazeta.ru/news/science/2012/02/10/n_2199477.shtml, **5.** Cost of a bug within a software lifecycle, http://www.testically.org/2012/02/09/cost-of-a-bug-within-a-software-lifecycle/, **6.** С.Макконнелл. Совершенный код. Мастер-класс - М.: Издательство "Русская редакция", 2013 - 896 с.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Годлевский М.Д., Брагинский И.Л.
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Модель и алгоритм формирования плана программы усовершенствования процессов жизненного цикла программных систем

Основная задача повышения качества программных систем (ПС) состоит во внедрении в повседневную практику организаций-разработчиков поддерживающих процессов жизненного цикла (ЖЦ) ПС: "гарантирование качества" (Software Quality Assurance, SQA) и "верификация и валидация" (Verification and Validation, V&V). Начиная с 1998 года в состав процессов, которые поддерживают термин "качество", был включен организационный процесс "управление качеством". Это стандарты ISO/IEC 12207 (1998-2001 гг.) и ISO/IEC TR 15504 (1998-2002 гг.), согласно которым первыми шагами усовершенствование процессов ЖЦ является оценивание мощности процессов и на этой основе разработка плана программы усовершенствования в условиях ограниченных ресурсов. Термин "мощность" рассматривается как синоним таких понятий как: зрелость, совершенство, потенциал [1,2]. Известные модели зрелости Software Process Improvement and Capability Determination (SPICE) и Capability Maturity Model Integration (CMMI) позволяют оценить мощность отдельных процессов ЖЦ или зрелости всей организации, но не решена на должном уровне задача формирования плана программы улучшения качества разработки ПС, которая позволит руководителю организации выстроить стратегию продвижения фирмы к более высокому уровню зрелости в условиях ограниченных ресурсов. До настоящего времени в научной литературе в области программной инженерии этот вопрос, в лучшем случае, рассматривался на вербальном уровне. В предлагаемой работе впервые разработана математическая модель и алгоритм построения плана программы усовершенствования процесса разработки (ПР) ПС на основе модели зрелости CMMI, которая реализует два подхода к оценке зрелости: дискретный - на основе пяти уровней зрелости, и непрерывный - на основе четырех уровней возможности. В качестве дискретных переменных используются уровни возможности отдельных частных практик, которые определяют уровни возможности фокусных областей (в которые они входят), а наборы фокусных областей - уровни зрелости ПР ПС организации [3]. С целью построения математической модели задачи используется теория нечетких множеств путем введения функций, определяющих степень принадлежности ПР ПС к k-му уровню зрелости, при условии, что k-1-ый уровень достигнут исходя из требований модели CMMI. Разработанная модель представляет собой задачу динамического программирования с аддитивной целевой функцией и ограничениями на отдельные переменные и используемые ресурсы. Целевая функция определяет прирост уровня зрелости организации на рассматриваемом плановом периоде. Алгоритм решения задачи основан на методе последовательного анализа вариантов. Работоспособность разработанной модели и алгоритма проверена на тестовых примерах. Целью дальнейших исследований является: учет влияния уровня зрелости на стоимость ПС; исследование вида функции принадлежности к некоторому уровню зрелости ПР ПС; разработка технологии оценки мощности ПР ПС на основе методологии коллективного экспертного оценивания как исходной информации для решения рассмотренной задачи; сравнение работоспособности разработанной модели на основе CMMI с моделью на основе SPICE.

Литература. **1.** Chrissis M.B., M. Konrad. CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. Addison-Wesley, 2003, 688 p. **2.** Андон Ф.И. Основы инженерии качества программных систем / Ф.И. Андон, Г.И. Коваль, Т.М. Коротун, Е.М. Лаврищева, В.Ю. Суслов.– К.: Академпериодика, 2007.– 672 с. **3.** Годлевский М.Д. Принципы моделирования оценки и управления качеством процесса разработки программного обеспечения / М.Д. Годлевский, В.А. Шеховцов, И.Л. Брагинский // Східно-Европейський журнал передових технологій. – Харків. –2012. – № 5/3 (59). – С. 45-49.

Головко Н.С. *— рецензент Мурга Н.А.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Экстраполяция характеристик направленности синтезированных пространственных каналов цифровой антенной решетки при оценивании координат источников сигналов по методу многоканального анализа

Алгоритмы нахождения оценок угловых координат источников сигналов по методу многоканального анализа сводятся к решению трансцендентного уравнения.

Решение такого уравнения в общем случае проводится итерационным способом в предположении того, что характеристики направленности (ХН) каналов $\Phi_k(\vartheta)$ известны.

При равенстве коэффициентов передачи приемных модулей ЦАР (что на практике достигается реализацией процедуры цифровой коррекции каналов) ХН синтезированных пространственных каналов достаточно точно описываются функцией вида $\frac{\sin(x)}{\sin(Rx)}$.

Такая аппроксимация ХН позволяет к тому же перейти от трансцендентного уравнения к алгебраическому уравнению, что упрощает вычислительную процедуру.

При применении процедуры «взвешивания» откликов приемных модулей антенной решетки, например, для снижения уровня боковых лепестков ХН синтезированных пространственных каналов ЦАР, указанная аппроксимация становится неадекватной, что приводит к появлению невязки корней уравнения.

В этих условиях может быть предложена процедура экстраполяции реальных ХН синтезированных пространственных каналов ЦАР, содержание которой рассмотрим на примере линейной эквидистантной ЦАР типа амплитудного многоканального анализатора (АМА). Особенностью АМА, как известно, является то, что ХН каналов описываются действительными функциями, знаки которых при переходе из главного в боковые лепестки меняются на противоположные.

Амплитудные характеристики направленности (АХН) каналов находятся с помощью модели, в которой отклик r-го приемного модуля ЦАР на сигнал точечного одиночного источника, координата которого в рабочем секторе изменяется с заданным шагом, описывается с учетом вводимых весов ρ_r:

$\dot{u}_r(\vartheta) = \rho_r \cdot \dot{a}_c \cdot e^{-j\cdot\frac{2\pi}{\lambda}\cdot d\cdot\sin(\vartheta_i)}$, где $\dot{a}_c$ - комплексная амплитуда сигнала, d - шаг антенной решетки, ϑ_i - текущая координата источника сигнала.

Модули комплексных амплитуд выходных напряжений $\left(\dot{U}_k\right)$ синтезированных пространственных каналов, полученных по упомянутым выше напряжениям приемных модулей, принимаются за амплитудные характеристики направленности: $\Phi m_k(\vartheta_i) = \left|\dot{U}_k\right|$.

Фазовые ХН каналов с учетом свойств АМА находятся по следующему правилу: во-первых, определяются границы фазовых переходов, т.е. координаты перехода через нуль ХНА каналов: $A_{k,m}$ - начало m-го интервала с нулевой фазой в ХН k-го канала и $B_{k,m}$ - конец m-го интервала с нулевой фазой в ХН k-го канала; во-вторых, рассчитываем знаковую функцию: $q_k(\vartheta_i) = if[[(\vartheta_i \geqslant A_{k,1} \wedge \vartheta_i \leqslant B_{k,1}) \vee (\vartheta_i \geqslant A_{k,2} \wedge \vartheta_i \leqslant B_{k,2}) \vee ...], 1, -1]$.

Экстраполированные ХН синтезированных пространственных каналов получаем, окончательно, в виде: $\Phi_k(\vartheta_i) = \Phi m_k(\vartheta_i) \cdot q_k(\vartheta_i)$.

Найденные, таким образом, экстраполированные ХН используются для решения одним из известных итерационных способов трансцендентного уравнения, порождённого функцией отклика ЦАР.

Результаты проведенного математического моделирования показали, что применение экстраполяции ХН позволяет повысить точность измерения координат по методу многоканального анализа при достаточно глубоком «взвешивании» откликов приемных модулей АР.

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Гринева Е.Е., Танянский С.С.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Об одном методе построения согласованной схемы многомерной базы данных на основе теории представлений

Выбор формальных средств моделирования предметной области (ПрО) обусловлен теми требованиями, которые предъявляются к базе данных (БД). Поскольку основным назначением БД служит отражение фактов ПрО, то ее формализация определяется отношениями информационных объектов как в ПрО, так и в БД. Кроме того, выбранное единообразие должно обеспечить возможность для реализации языка описания данных и языка манипулирования данными, при этом важным требованием, предъявляемым к языкам, является их изоморфизм при переходе от одних моделей к другим.

Для анализа данные, как правило, хранят в хранилищах, содержащих интегрированную информацию по всему множеству показателей, используемых аналитиками в процессе работы. При этом модель хранилища данных, часто, отличается от традиционной реляционной БД [1]. Представление данных в удобном для анализа виде обеспечивается за счет использования средств многомерных структур БД. Благодаря многомерному представлению данных, такие средства позволяют формировать оригинальные запросы и получать результаты в интерактивном режиме.

Как известно из работ [1, 2] основу многомерных моделей составляют представления (в обозначении P). Можно выделить два способа реализации представлений. Для простого представления (одна таблица) система формирует каждую запись по мере необходимости. В случае сложного представления (схема данных) система сначала выполняет материализацию представления, то есть сохраняет информацию во временных таблицах. При использовании многомерных моделей, как системы с совместным доступом, необходимо гарантировать согласованность и адекватность данных при выполнении запросов для формирования информационных срезов. Для решения такой задачи исследуются некоторые методы построения адекватного представления отношений посредством их интеграции в БД с единой схемой.

При проектировании схемы многомерной БД методом нормализации исходной структуры, необходимо, чтобы она соответствовала свойству «соединения без потери информации», т. е. удовлетворяла критерию (1) - принципу ссылочной целостности [3].

$$\forall R : \pi_{S_1} \bowtie \pi_{S_2} \bowtie ... \bowtie \pi_{S_n} = R, \tag{1}$$

где R – отношение БД, S_i– схема отношения, π - операция проекции, $\bowtie$ - операция соединения.

В рассматриваемой задаче свойство (1), необходимо установить и поддерживать при выполнении операций манипулирования данными. Так как при выполнении соответствующих операций БД переходит из одного состояния в другое, определены операции проекции (π) и соединения ($\bowtie$) в терминах отображений состояний БД $\xi{:}\pi_S(p){\to}dB$ и $\zeta{:}\bowtie_R(dB){\to}p_1{\bowtie}p_2{\bowtie}...{\bowtie}p_m$ соответственно.

Так как рассматриваемой задачей является построение отображения $\xi{:}\pi_S(p){\to}dB$, то только отношения из множества $\pi_S(P)$ могут быть возможными состояниями базы данных. Очевидно, что в множество $\pi_S(P)$ входят только полностью соединимые базы данных со схемой S.

Кроме этого необходимо учитывать локальные ограничения, то есть ограничения, которые определены на БД из множества DB. Сложность этой задачи заключается в том, что их необходимо поддерживать в целом для всей DB и при этом, не проверять соответствие таким ограничениям каждое возможное состояние P.

Для решения этой задачи введено понятие частичного образа отношений R относительно некоторой схемы S, в обозначении $PF_S(R)$, в виде выражения:

$$PF_S(R) = \{dB \in DB \mid dB = \{p_1, p_2, \ldots, p_m\}, p_i \in \pi_{S_i}(R) \forall R \subseteq R^U\}. \tag{2}$$

Другими словами, $PF_S(R)$ содержит БД со схемой S, которые представляют собой проекции некоторого возможного состояния, и при этом для различных отношений БД не должны быть обязательно одними и теми же.

Для представления P используется БД, в обозначении DB^{ps}, которые являются проекциями возможных состояний, при этом частичный образ таких БД должен быть представлен проекциями возможных состояний из P, то есть выражением:

$$DB^{\mathrm{ps}} = PF_{\mathrm{S}}(R) \cap \pi_{\mathrm{S}}(DB). \tag{3}$$

Представление всех возможных состояний, определяемых всеми базами данных из DB, определяется как подмножество $d\widehat{B} \subseteq DB$, в обозначении $\bowtie d\widehat{B}$, и определяется как соединимое множество $\{\bowtie(dB_i)|dB_i \in d\widehat{B}\}$, $i=\overline{1,n}$.

Критерием декомпозиции отношений R без потери данных на схему S является выражение (1). Воспользовавшись результатами, полученными в работе [3], вводится альтернативное определение свойства соединения без потери данных через отображение «проекция-соединение» или PJ-отображение, определяемое на множестве схем S, в обозначении m_S, которое представляет собой функцию на отношениях из R со схемой S, имеющая вид (4).

$$m_{\mathrm{S}}(R) = \pi_{\mathrm{S}_1}(R) \bowtie \pi_{\mathrm{S}_2}(R) \bowtie \ldots \bowtie \pi_{\mathrm{S}_n}(R). \tag{4}$$

Согласно теории реляционной модели данных, любое отношение БД является конечным и, соответственно, операционная спецификация реляционной модели строит конечные отношения в результате ее использовании. Таким образом, можно говорить о неподвижной точке при выполнении последовательности операций проекции и соединения. Отношение R является неподвижной точкой функции $m_S(R)$, если выполняется равенство $m_S(R)=R$.

Очевидно, неподвижных точек может быть конечное множество, в зависимости от множества состояний базы данных. Используя результаты работы [3], множество всех неподвижных точек обозначим через $FIX(R)$. Для множества состояний P отношений R со схемой S соединение без потерь данных будет выполняться корректно, если выполняется условие: $P \subseteq FIX(R)$. Другими словами, для P базы данных R при выполнении условия (1) справедливо выражение (4).

Далее исследуются условия, которые необходимо добавить к условию соединения без потери данных, чтобы получить эквивалентные условия сохранения данных при выполнении операции проекции. Определено свойство для БД, схемы которых соответствуют неподвижной точке относительно операций проекции и соединения. Базы данных DB со схемой R сохраняют данные при PJ-отображении, если выполняется условие $DB^{ps} \subseteq FIX(R)$. Исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод, что выполнение условия $DB^{ps} \subseteq FIX(R)$ является более строгим требованием, чем условие $P \subseteq FIX(R)$. Кроме свойств, обеспечивающих целостность представлений, вводится ряд условий корректной декомпозиции исходной БД на множество представлений с независимыми компонентами, позволяющих строить согласованные схемы многомерных БД. Условия независимости компонент соответствует тому, что проекция состояний является отображением $\widehat{\xi}: \pi_S(P) \to DB^{ps}$ с точностью до изоморфизма.

Полученные результаты позволяют говорить о возможности использования теории представлений в практических задачах анализа данных при построении схемы многомерной базы данных, обладающей свойством соединения без потери данных, обеспечивая более быструю загрузку данных в куб и выполняя срезы актуальной информации в оперативном режиме.

Литература. **1.** Елманова Н., Федоров А. Введение в OLAP-технологии Microsoft / Диалог-МИФИ. – 2002. – 272 с. **2.** Бергер А. Microsoft SQL Server 2005 Analysis Services. OLAP и многомерный анализ данных / БХВ-Петербург. – 2007. – 928 с. **3.** Мейер Д. Теория реляционных баз данных / Д. Мейер. – М.: Мир, 1987. – 608 с.

Грушко С.С., Польська О.В.
Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, Україна

Прогресивні технології передачі даних

Швидкодія мікропроцесорних та інших пристроїв багато у чому визначається швидкістю передавання даних між елементами пристроїв або систем. Широке використання у комп'ютерних мережах і системах знайшли оптичні лінії передавання даних. Використання оптичного зв'язку між компонентами аналогових і цифрових електронних схем є перспективним напрямом розвитку міжелементних з'єднаннь. Заміна інтерфейсів, що використовують мідні з'єднання на оптичні інтерфейси дозволить підвищити швидкість обробки інформації та її завадостійкість.

Оптоелектронна система передавання інформації (оптичний інтерфейс) складається з пасивних і активних елементів, призначених для передачі інформації в оптичному діапазоні.

Волоконно-оптичні лінії передачі мають мале загасання сигналу, що дозволяє передавати інформацію на значно більшу відстань без використання підсилювачів; високу пропускну здатність, завдяки чому можна передавати дані на високій швидкості, недосяжній для інших систем зв'язку; високу надійність; інформаційну безпеку; високу захищеність від міжволоконних впливів; малі габарити і масу.

Для перетворення сигналів із електричного в оптичний і навпаки використовуються спеціальні схеми – модулятори, що можуть мати різну фізичну реалізацію. Основною проблемою використання вже розроблених схем є їх високе енергоспоживання, що недопустимо при мініатюризації пристроїв, та недостатня для сьогодення частота модуляції. Тому актуальною задачею є пошук схемотехнічних та інших рішень для зниження енергоспоживання і вартості схем модуляторів та підвищення частоти їх перемикання.

В оптоелектронній системі передавання інформації перетворювачем оптичного сигналу в електричний виступає лазер, а перетворювачем електричного сигналу в оптичний - фотодіод. Одним з першорядних факторів, що обмежують швидкодію таких схем, є непропорційне ступеню інтеграції активних елементів (транзисторів) енерговиділення.

Ситуація із використанням оптичних пристроїв, з одного боку, більш сприятлива, а з іншого - ще гірша. Сприятлива, оскільки прості оптичні пристрої можуть працювати на тактових частотах 40 ГГц і більше. Гірша - тому що за частиною енерговиділення навіть напівпровідники на базі арсеніду галію не йдуть ні в яке порівняння з лазерами. Не зайве також підкреслити, що схемотехніка оптичних систем все ще залишає бажати кращого, роблячи їх малопридатними для реалізації обчислювальних комплексів загального призначення.

Економічною альтернативою енергоємним оптичним компонентам і екзотичним напівпровідникам є менш відома надпровідникова швидка одноквантова логіка, що дозволяє перетворювати послідовність оптичних імпульсів в SFQ-код для надпровідної цифрової електронної схеми зі швидкістю до 30 Гбіт/с [1]. Основним і найбільш істотним недоліком таких перетворювачів є те, що властивість надпровідності проявляє себе при дуже низьких температурах.

Ще одним рішенням проблем оптоелектронної модуляції є конструкція оптичного модулятора, побудованого на базі двох шарів графену, що відрізняється високою продуктивністю. У порівнянні зі своїми аналогами, побудованими на принципах кремнієвої фотоніки, такий модулятор має безліч переваг, включаючи невеликі розміри, низьке енергоспоживання і незначні оптичні втрати. Пристрій має окремі модулі оптичного й електричного управління, що дозволяє уникнути проблем пошуку компромісу при оптимізації оптичного й електричного дизайну і дозволяє досягнути компромісу між швидкістю роботи і оптичними втратами в пристрої [2].

Розглядаючи сучасні тенденції реалізації електронно-оптичних перетворювачів, як і у випадку з оптоелектронним, потрібно приділити увагу надпровідній електроніці.

У випадку надпровідних сполук електронно-оптичний перетворювач повинен бути здатний перетворювати послідовність «0» і «1» одноквантових імпульсів безпосередньо в оптично

закодовану інформацію. Конструкція такого інтерфейсу - дуже складне завдання в основному через дуже низьку енергію, яка передається одноквантовими імпульсами, і, як наслідок, ще не знайдені задовільні рішення цієї проблеми. Однак, нещодавно було запропоновано кілька концепцій електронно-оптичного перетворення для надпровідної електроніки.

В роботі [1] запропоновано магнітооптичний модулятор для використання в надшвидких електронно-оптичних перетворювачах. На підставі проведених досліджень автори роблять висновок про можливість підвищення частоти перетворення до 150 ГГц.

Є відомості про використання в якості джерела світла наноємнісного лазера на основі квантової точки, який має рекордно низький поріг енергоспоживання (лише 208 нВт). Автори [3] демонструють результати випробувань, проведених при кімнатній температурі, коли лазер працює в світлодіодному режимі і говорять про можливість модулювання пристрою зі швидкістю 10 ГГц при енергоспоживанні на рівні мкВт.

У дослідженні [4] експериментально демонструється мікронний електрооптичний модулятор, який використовує резонатор Фабрі-Перо. Авторами повідомляється про проведення модуляції зі швидкістю 250 Мбіт/с і можливістю оптимізації швидкості до декількох Гбіт/с.

Альтернативою використанню лазерів при створенні модуляторів для оптичних інтерфейсів виступає використання традиційних швидкодіючих інфрачервоних світлодіодів і інтегральних фотоприймальних пристроїв [5]. У [6] наводиться обґрунтування необхідності переходу до мікропотужних твердотільних інтегральних схем з оптоелектронними компонентами в оптоелектронних системах передвання інформації для підвищення частоти перемикання модулятора. За результатами проведених досліджень та моделювання роботи оптоелектронного інвертора у складі кільцевого генератора імпульсів можна судити про можливість збільшення частоти модуляції і зниженні енергоспоживання при використанні схем із поліпшеними характеристиками [5].

Проаналізувавши можливість застосування оптичних інтерфейсів в комп'ютерних системах можна зробити висновок про те, що цей напрямок є дуже перспективним. З'єднання за допомогою мідних дротів поки що використовуються, але їх пропускна здатність є меншою за швидкість обробки інформації обчислювальними вузлами, що обмежує швидкість систем в цілому [7-8].

Література. **1.** Sobolewski R. Ultrafast optoelectronic interface for digital superconducting electronics [текст] / R. Sobolewski // Superconductor Science and Technology, 2001, 12 (14). – P. 994 – 1000. **2.** Liu M. Double-Layer Graphene Optical Modulator [текст] / Ming Liu, Xiaobo Yin, and Xiang Zhang // Nano Lett., 2012, 12 (3). – P. 1482–1485. **3.** Shambat G. Ultrafast direct modulation of a single-mode photonic crystal nanocavity light-emitting diode [текст] / Gary Shambat, Bryan Ellis, Arka Majumdar, Jan Petykiewicz, Marie A. Mayer, Tomas Sarmiento, James Harris, Eugene E. Haller , Jelena Vučković // Nature Communications, 2, Article number: 539 doi:10.1038/ncomms1543. – 2011. **4.** Schmidt Bradley Compact electro-optic modulator on silicon-on-insulator substrates using cavities with ultra-small modal volumes [текст] / Bradley Schmidt, Qianfan Xu, Jagat Shakya, Sasikanth Manipatruni, and Michal Lipson // Optics Express, 2007, 6 (15). - P. 3140-3148. **5.** Проскурин Н.П. Моделирование оптоэлектронного инвертора на модели микромощной оптопары УВЧ диапазона для оптических интерфейсов цифровых автоматов [текст] / Н.П. Проскурин, С.С. Грушко // Системи обробки інформації. – 2011. – №3, – с. 72-75. **6.** Проскурін М. П. Обґрунтування необхідності переходу до мікропотужних твердотільних інтегральних схем з оптоелектронними компонентами для цифрових автоматів та обчислювальних пристроїв [текст] / М. П. Проскурін, В. Л. Костенко, О. В. Щекотихін, С. С. Грушко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2011. – №2(25). – с. 14 – 23. **7.** Yamada H. Vertical-coupling optical interface for on-chip optical interconnection [текст] / Hirohito Yamada, Michinao Nozawa, Masao Kinoshita, and Keishi Ohashi // Optics Express, 2011, 2(19). – P. 698-703 **8.** Liboiron-Ladouceur Low-power, transparent optical network interface for high bandwidth off-chip interconnects [текст] / Odile Liboiron-Ladouceur, Howard Wang, Ajay S. Garg, Keren Bergman //Optics Express, 2009, 8 (17). - P. 6550-6561.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Гученко І.В.
Національний авіаційний університет, Київ, Україна

Вимірювання та оцінка зручності використання програмних продуктів

Вимірювання та оцінка зручності використання програмних продуктів (надалі ЗВ) відіграють важливу роль в процесі її досягнення як характеристики якості. У ISO/IEC 25010:2011 [1] ЗВ зображається як сукупність пов'язаних підхарактеристик (subcharacteristics). Вони утворюють базис для специфікації вимог до ЗВ та її оцінки. Підхарактристикам відповідають набори властивостей (properties) програмного продукту (ПП), яким ставляться у відповідність міри (measures) [1]. Значення мір отримують у результаті застосування функції вимірювання (measurement function) до елементів мір (measure elements). Для обробки даних, отриманих в результаті вимірювань, використовують різноманітні методи оцінки. У ISO/IEC 25040 [2] зазначається, що оцінка – це систематичне визначення ступеня відповідності сутності визначеним критеріям. Дамо наступне означення:

`Оцінка ЗВ` – процес визначення реального стану програмного продукту відносно бажаного стану з точки зору можливості використання певними користувачами для досягнення визначених цілей з продуктивністю, ефективністю та задоволеністю у певному контексті використання; а також результат такого процесу у числовій формі. Під станом ПП розуміємо множину кількісно виражених властивостей, які визначають поведінку ПП.

Залежно від джерела вхідних даних про ЗВ методи оцінки поділяються на три групи: оцінка на основі відгуків користувачів, експертна оцінка та оцінка на основі моделей [3].

Оцінка на основі відгуків користувачів. Найстарішим джерелом оцінки ЗВ є відгуки користувачів. Вона здійснюється шляхом визначення типових користувачів, завдань та створення процедур для висвітлення проблем, які можуть виникати під час використання певного програмного ПП при виконанні тих чи інших завдань. Протягом етапів проектування/тестування/розробки програмного забезпечення проводиться два види оцінки: *формуюча та підсумкова*. У роботі досліджено особливості обох видів оцінки, їх переваги та недоліки. Основна перевага - безпосереднє сприяння вирішенню протиріч представлень розробників та користувачів про властивості зручного у використанні ПП. Недоліки полягають в тому, що залучення користувачів витратна справа, як за коштами, так і за часом.

Експерти як джерело оцінки ЗВ. Методи експертного оцінювання почали використовуватися з 90-х років. Найбільш використовувані: огляд стандартів та керівництв з використання, когнітивний аналіз та евристичне оцінювання. Евристична оцінка менш витратна порівняно з оцінкою на основі відгуків користувачів. Когнітивний аналіз ПП може проводитися з використанням лише текстового опису інтерфейсу користувача і тому може здійснюватися ще на початкових етапах розробки ПП. Проте згадані методи оцінки ЗВ не містять дії щодо вирішення проблем. Більше того, слід перевіряти експертні оцінки на узгодженість, оскільки досліджувані питання різняться між собою та мають різні рівні складності. Евристична оцінка ефективніша при виявленні можливих проблем, ніж огляд стандартів та когнітивний аналіз. За допомогою згаданих методів оцінки ЗВ можна виявити до 50% помилок.

Оцінка на основі моделей. Даний вид оцінки ЗВ ґрунтується, як правило, на використанні програмних засобів, які реалізують розроблені моделі. Слід зазначити, що більшість з них дозволяють оцінити лише окремі властивості ЗВ. Серед відомих засобів виділяють наступні: програмні інструменти на основі моделей GOMS (Goals, Operators, Methods, Selection rules), Executive-Process/Interactive Control (EPIC), Quality in Use Integrated Measurement Editor (QUIM Editor), Diagnostic Recorder for Usability Measurement (DRUM). Безпосереднє використання моделей для оцінки взаємодії користувачів з ПП менш витратна справа, ніж емпірична оцінка або оцінка на основі відгуків користувачів. Однак можна визначити наступні недоліки: першим кроком у створенні опису моделі є проведення когнітивного аналізу завдання; моделі мають перевірятися на відповідність, що досягається шляхом спостереження за виконанням завдань людьми і подальшим програмуванням їхньої поведінки для порівняння з моделлю.

У роботі [4] наведено класифікацію існуючих методів оцінки ЗВ за наступними ознаками (рис.1):

- *Клас методу* : визначає тип виконуваної оцінки (наприклад, тестування або симуляція).
- *Тип методу* : визначає конкретний спосіб виконання оцінки всередині класу методу, наприклад, аналіз системного журналу (клас тестування) або моделювання мереж Петрі (клас симуляції).
- *Рівень зусиль*: визначає кількість зусиль, необхідних для застосування методу (наприклад, розробка моделі або використання інтерфейсу)

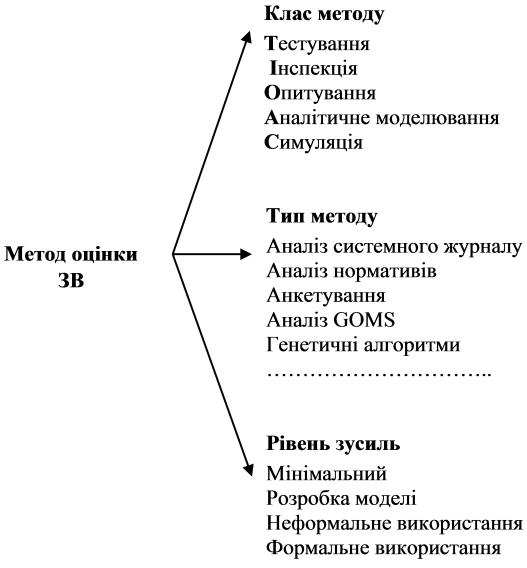


Рис. 1. Класифікація методів оцінки зручності використання

Автоматизація задач оцінки зручності використання програмного продукту. Оцінка зручності використання може бути досить дорогою, зважаючи на час та людські ресурси, тому автоматизація сприяє зниженню витрат. У [4] наведено огляд більшості існуючих методів оцінки ЗВ та статистику, яка показує, що автоматизація такої оцінки використовується недостатньо. Методи без автоматизованої підтримки складають 67%, відповідно, методи з автоматизацією – 33%. Із цих 33% фіксація складає 13%, аналіз – 18%, а методи автоматизованої критики – усього 2%.

Аналіз джерел показав, що переважна більшість методів стосується, як правило, оцінки web-інтерфейсів та графічних інтерфейсів користувача, естетика яких є лише однією з підхарактеристик ЗВ. Автоматизована оцінка в процесі створення ПП використовується найменше. Таким чином, можна зробити висновок про недостатність методів оцінки ЗВ, які автоматизують вирішення задачі виявлення недоліків та пропонування покращень шляхом автоматизованого аналізу.

Література. **1.** System and software quality models: ISO/IEC 25010:2011. – Geneva: International Organization for Standardization /International Electrotechnical Commission, 2011. – 34p. **2.** Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE), Evaluation process: ISO/IEC 25040:2011. – Geneva: International Organization for Standardization /International Electrotechnical Commission, 2011. – 45p. **3.** Scholtz J. Usability evaluation / J. Scholtz // Encyclopedia of Human-Computer Interaction. – Great Barrington, MA: Berkshire Publishing Group, 2004. **4.** Ivory M.Y. The State of the Art in Automating Usability Evaluation of User Interfaces / M. Y. Ivory, M. A. Hearst // ACM Computing Surveys. – 2001. – Vol. 33(4). – P. 470-516.

Даниш С.Т. *— рецензент Жданова О.Г.*
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФІОТ, Київ, Україна

Система ведення документообігу та розподілу ресурсів на підприємстві

В умовах сучасної економіки широко застосовується автоматизація процесів управління документообігом та розподілом робіт та ресурсів між підрозділами на підприємстві. Оскільки документи прив'язані до клієнтів, маркетингової активності підприємства, проектам, постачальникам і т. п., гостро постає питання тісної взаємодії бізнес-процесів документообігу та ERP-систем.

Деякі ERP-системи, зокрема Система обліку госпдоговірної діяльності, містять в собі функції управління документами, але, як правило, в цих системах відсутні налаштування бізнес-процесів документообігу з урахуванням нормативної бази України. У той же час, на ринку достатньо широко представлені промислові системи управління документами та розподілу ресурсів між підрозділами підприємства, використання яких дозволило б забезпечити необхідну функціональність з урахуванням національної специфіки. Зрозуміло, що в такому випадку, для комплексної автоматизації бізнес-процесів підприємства буде потрібна інтеграція двох систем. Однак дане рішення пов'язане з певними труднощами [1]:

- Труднощі в інтеграції даних і бізнес-процесів;
- Необхідність підтримки двох різних систем;
- Обмежена масштабованість;
- Різні користувальницькі інтерфейси ускладнюють процес освоєння систем персоналом.

На сьогоднішній день договірна робота є невід'ємною частиною будь-якої організації і в більшості випадків ця робота полягає у веденні реєстру договорів та організації картотеки первинних документів. Необхідність автоматизованого обліку договорів виникає в організацій, коли за допомогою таких інструментів, як паперовий журнал договорів, електронна таблиця Excel або довідник облікової системи важко скласти чітку картину договірної діяльності, планувати і контролювати розрахунки і терміни робіт за договорами.

Система ведення договорів дозволяє автоматизувати процеси, пов'язані з використанням традиційного паперового документообігу і перейти на безпаперові технології, знизити ризики, пов'язані з роботою електронних систем, що забезпечують інформаційну взаємодію сторін, забезпечити захист прав учасників.

Об'єктом автоматизації є функція підготовки, реєстрації, узгодження, контролю виконання договорів, платежів за договорами, а також автоматизація підготовки до проведення певного виду робіт та автоматизація проведення робіт в цілому.

Використання системи дозволяє відстежити весь ланцюжок проходження договору, ініціації робіт до укладення договору і його завершення.

У зв'язку з цим і виникає необхідність впровадження технологічно нової автоматизованої системи «Система ведення документообігу та розподілу ресурсів на підприємстві «Система ведення документообігу та розподілу ресурсів на підприємстві» являє собою інформаційну систему, яка забезпечує автоматизацію діяльності фахівців з планового відділу, які вирішують завдання, пов'язані з веденням обліку договорів. При цьому розробка такої системи заснована на забезпеченні централізованого зберігання інформації, яка стосується обліку договорів на підприємстві, оперативному забезпеченні користувачів інформацією в умовах використання даної системи, прискоренням пошуку та підготовки різноманітних статистичних даних, а так само винятком помилок і часу при оформленні звітної документації.

При цьому дана система впроваджується безпосередньо в плановий відділ підприємства і сприяє автоматизації основних напрямків роботи даного відділу, а саме:

- Ведення обліку договорів на підприємстві;
- Ведення та облік довідників;
- Ведення та облік кошторисів за договором;

Дослідження виконано в рамках бакалаврської роботи.

- Ведення розподілу фінансів за договором;
- Ведення облік і розподіл отриманих авансів за договором;
- Ведення друкованої документації;
- Ведення статистичної інформації та звітності.

У системі є безліч довідників, які полегшують введення інформації по об'єктах проектування.

Реалізована система фільтрів дозволяє переглядати всі документи в розрізі по заданому критерію, будь то рік або замовник. А також реалізовано можливість збереження необхідної статистичної інформації в форматах xls та doc.

Система ведення договорів забезпечує вільне конфігурування робочих місць користувачів з диференціацією доступу до різних блоків інформації. Реалізовані алгоритми розподілу фінансування, обчислень найкращого розподілу робіт по відділах за певними критеріями, а також графіки прогнозування на основі статистичних даних та інше.

Зв'язки між об'єктами здійснюються через систему управління базою даних Oracle (СУБД Oracle) «Система ведення документообігу та розподілу ресурсів на підприємстві А введення поточної інформації в систему здійснює співробітник планового відділу підприємства. Саме завдяки реалізованому функціоналу в СУБД Oracle та трирівневій структурі (рис. 1) забезпечується цілісність і захист інформації [2].

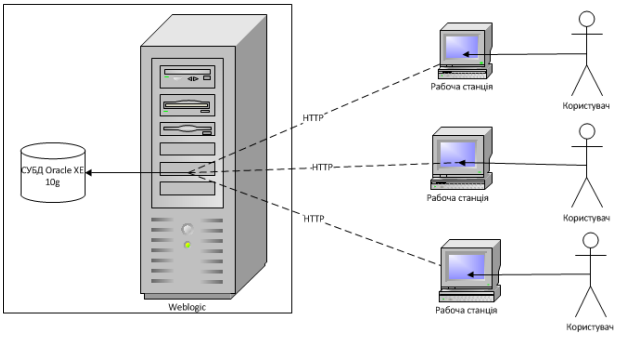


Рис. 1. Схема трирівневої структури

Реалізація роботи системи починається з створення параметричного сховища даних за допомогою засобів СУБД Oracle, а саме Oracle XE 10g. Для реалізації клієнтської частини системи було обрано середовище Adobe Flash Builder 4.6 та відкриту бібліотеку Apache Flex 4.5.

Таким чином, програмний комплекс дає можливість отримувати оперативно - актуальну в даний момент часу інформацію, просто, швидко і гнучко управляти виробничим процесом проходження об'єкта через різні стадії, контролювати фінансові операції, оперативно відстежувати роботу підрозділів, що в свою чергу дозволяє вірно визначати учасників того чи іншого проекту.

Література. **1.** Брукс мл., Ф. П. Как проектируются и создаются программные комплексы. Мифический человеко-месяц [Текст] : очерки по системному программированию / Ф. П. Брукс мл. ; пер. Н. А. Черемных ; ред. А. П. Ершов. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1979. – 151 с.: ил. – (Библиотечка программиста). – Библиогр.: С. 141-146. – Указ.: С. 147-151. **2.** Система ведення договорів і контролю документів для генпідрядної організації на базі програмного забезпечення Primavera Expedition [Електронний ресурс]: (підсумки 8-ї Міжнар. конф. «Автоматизовані системи підприємства») / М.Т. Локонов, М.М. Бровкін // Бібліотечний вісник. – 2011. – № 3. – С. 72. – Режим доступу до журн.: http://cased.ru/doc_b2_186_cased.html. – Назва з екрана.

Дослідження виконано в рамках бакалаврської роботи.

Дидковская М.В., Слюсаренко А.А.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Алгоритм поиска плагиата в коде для императивных языков программирования

Автоматический поиск плагиата в программном коде является важной задачей для защиты авторских прав (в области программных продуктов или индивидуальных учебных заданий), детекции дублированного кода (для возможности рефакторинга и подсчёта метрик) [1], поиска альтернативных программных решений.

Данная задача имеет множество трудностей:

1. Задача неоднозначная. Существует несколько вербальных определений плагиата. Также плагиат может происходить на разных уровнях: посимвольное совпадение исходного кода, преобразование оригинала путём форматирования или рефакторинга, совпадение по алгоритму, совпадение по архитектуре. [2]
2. Задача трудно формализуемая. Можно выделить несколько вербальных правил относительно того, что можно считать плагиатом. Однако формальное определение дать довольно сложно. С другой стороны можно дать вполне строгое определение, прибегнув к понятию колмогоровской сложности, но тогда задача станет неразрешимой за разумное время. [3]
3. Также задача усложняется из-за большого объёма накапливающихся данных. В связи с этим довольно проблематично сравнивать каждый исходный код с каждым. [3]
4. Существует множество различных языков программирования. В связи с этим имеет смысл искать алгоритмы, не основывающиеся на особенностях конкретного языка.

Решение задачи поиска плагиата часто состоит из трёх частей: [2]

1. Выбор представления кода (помогает решить четвёртую проблему).
2. Выбор метрики схожести кодов (нужно учесть первую и вторую проблемы).
3. Алгоритм сравнения всех пар кодов (нужно учесть третью проблему).

Один из вариантов представления кода — это его токенизация. То есть замена некоторых конструкций языка на числа (токены). После токенизации мы получаем из текста последовательность токенов. Токенизация позволяет игнорировать такие мелкие подробности, как имена переменных и разделители и уменьшает количество информации.

Один из вариантов метрики схожести — длины общих подпоследовательностей токенов в программах. Для такой метрики один из лучших алгоритмов — метод отпечатков, оптимизированный с помощью метода просеивания. В методе отпечатков предлагается искать общие подстроки фиксированной длины (отпечатки) при помощи хеш-функций. Метод просеивания позволяет существенно сократить количество хранимых отпечатков.

В данной работе предлагаются следующие улучшения:

1. Для алгоритма отпечатков кода можно строить хеш-фнукцию, нечувствительную к переименованию переменных, но не теряющую информацию относительно смысла кода. При этом порядок времени для подсчёта хеш-функции не меняется.
2. Авторы алгоритма просеивания приводят реализацию, работающую в среднем за линейное время от размера кода. Предлагается улучшить это решение при помощи структуры данных "модификация очереди для нахождения минимума". Таким образом время работы алгоритма станет детерминировано линейным от размера кода.

Литература. **1.** Duplicate code - Wikipedia, the free encyclopedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Duplicate_code. **2.** Обзор автоматических детекторов плагиата в программах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://logic.pdmi.ras.ru/~yura/detector/survey.pdf. **3.** Обзор алгоритмов обнаружения плагиата в исходных кодах программ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/unsorted/plagiarism-2006/article.pdf.

Дубинский А.Г., Хорольский О.А.
Днепропетровская медицинская академия, Днепропетровск, Украина

Графическая визуализация медицинских алгоритмов диагностики и лечения

В последние годы министерство здравоохранения Украины утвердило большое количество унифицированных клинических протоколов медицинской помощи, основанных на принципах доказательной медицины. Унифицированный клинический протокол – это нормативный акт государственного уровня, в котором пошагово задается процесс оказания медицинской помощи, указывается ее объем и результаты при данном конкретном заболевании. На уровне отдельных учреждений системы здравоохранения утверждаются локальные протоколы, необходимые для обеспечения непрерывной, эффективной и экономически целесообразной медицинской помощи при конкретных заболеваниях, согласно унифицированным клиническим протоколам. Эти документы также обеспечивают координацию и временное упорядочение технологий и методов оказания медицинской помощи (клинический маршрут пациента).

В клинических протоколах этапы диагностики и лечения при необходимости объясняются с помощью схем и алгоритмов. Согласно утвержденной методике разработки и внедрения медицинских стандартов (унифицированных клинических протоколов) эти схемы и алгоритмы даются в произвольной форме.

За годы развития информатики было выработано множество различных способов графической записи алгоритмов и процессов действий. Некоторые из них получили широкое распространение и утверждены в качестве государственных стандартов, например, ГОСТ 19.701-90 “Схемы алгоритмов, программ, данных и систем” и международных стандартов, например, ISO/IEC 19501:2005 – “Универсальный язык моделирования (UML) версия 1.4.2”.

Вызывает озабоченность тот факт, что разработчики клинических протоколов медицинской помощи не следуют этим стандартам, в результате чего, по нашему мнению, возникает необходимость дополнительной проверки качества полученных алгоритмов, в частности их корректности и детерминированности. Мы полагаем, что нестандартная форма визуализации, во-первых, требует больших интеллектуальных усилий для правильного понимания пользователем – лечащим врачом, «исполняющим» этот алгоритм, и, во-вторых, создает предпосылки для увеличения вероятности возникновения врачебных ошибок.

Нашим коллективом начата работа по проведению анализа соответствия графических схем медицинских алгоритмов утвержденных и разрабатываемых клинических протоколов требованиям действующих государственных и международных стандартов записи алгоритмов. Запланирована экспериментальная работа по оценке и сравнению трудности усвоения и однозначности понимания практикующими врачами различных алгоритмов, изображенных с помощью различных вариантов графического описания. Мы полагаем, что подавляющее большинство разработанных визуальных записей медицинских алгоритмов могут быть преобразованы к стандартному виду без необходимости детального изучения их семантического содержания.

В рамках проекта планируется провести комплексный анализ графических схем медицинских алгоритмов диагностики и лечения, которые даны в существующих клинических протоколах. Изучение зарубежного опыта, обобщение и систематизация отечественной практики создания графического описания медицинских алгоритмов позволит выявить набор “лучших практик” с целью их распространения и дальнейшего использования. Результаты сравнительного анализа (не)соответствий практики записи медицинских алгоритмов существующим стандартам позволит выбрать наиболее удобный стандарт и рекомендовать его для обязательного применения в процессе подготовки унифицированных и локальных клинических протоколов. При этом мы не исключаем возможности, что окажется целесообразным начать разработку проекта нового стандарта, которой будет адаптирован и непосредственно приспособлен для работы с медицинскими алгоритмами диагностики и лечения.

Дубовой В.М., Пилипенко І.В.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Архітектура інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами

На даний час в усіх галузях промислового виробництва інтенсивно поширюються складні розгалужено-циклічні технологічні процеси (РЦТП) [1]. Ефективне управління такими процесами є актуальною проблемою, оскільки вони мають певні особливості задач управління. Особливості задач управління РЦТП полягають у необхідності прийняття рішень наприкінці кожної операції, причому складність алгоритму прийняття рішень залежить від структури РЦТП [2]. Рішення приймається в залежності від стадій та операцій, що відповідають цим стадіям технологічного процесу. Результати виконання кожного підпроцесу РЦТП впливають на всі наступні рішення і підпроцеси. Прийняття рішень є важливою задачею на шляху ефективного управління технологічними процесами [3].

Мета. Мета роботи полягає в тому, щоб розробити ефективну інформаційну технологію прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами.

Вхідні параметри інформаційної технології. Вхідними параметрами виступають:

1. Кількість стадій технологічного процесу.
2. Кількість операцій технологічного процесу.
3. Інформація про розгалуженість та циклічність (можливість повернення до певної стадії чи операції) технологічного процесу.
4. Операції контролю та прийняття рішень після виконання кожної операції технологічного процесу (тип, спосіб оцінки (вимірювання, експертна оцінка, супровідна документація)).
5. Вхідні параметри кожної операції технологічного процесу (кількість, назва, одиниці вимірювання, діапазон вимірювання).
6. Вихідні параметри кожної операції технологічного процесу (кількість, назва, одиниці вимірювання, діапазон вимірювання).
7. Витрати на виконання операції (фінансові, трудові, часу тощо).
8. Витрати на стабілізацію відхилень (фінансові, трудові, часу тощо).

Вихідні параметри інформаційної технології. Вихідними параметрами виступають:

1. Структура технологічного процесу (у вигляді графа).
2. Статистичні характеристики результатів операцій технологічного процесу.
3. Ймовірності переходів між операціями.
4. Коефіцієнти витрат.
5. Ймовірнісні характеристики кожного варіанту шляху процесу.
6. Загальні втрати.
7. Загальний ризик технологічного процесу.
8. Рекомендації оператору щодо прийняття оптимального рішення.

Функції. Основні функції системи (рис. 1.):

1. Прийняття оптимального рішення.
2. Виведення результатів.
   a) рекомендації оператору щодо прийняття оптимального рішення;
   b) результати розрахунків.
3. Рохрахунок характеристик операцій технологічного процесу.
   a) розрахунок ймовірностей переходів між операціями;
   b) розрахунок коефіцієнтів витрат;
   c) розрахунок ймовірнісних характеристик кожного варіанту шляху процесу;
   d) розрахунок загальних втрат;
   e) розрахунок загального ризику технологічного процесу.
4. Робота з базою даних.

a) створення бази даних;
b) перегляд бази даних;
c) додавання вхідних параметрів для формування бази даних;
d) редагування існуючої бази даних;
e) видалення записів з бази даних.

5. Введення вхідних параметрів для фомування бази даних та струкрури технологічного процесу.

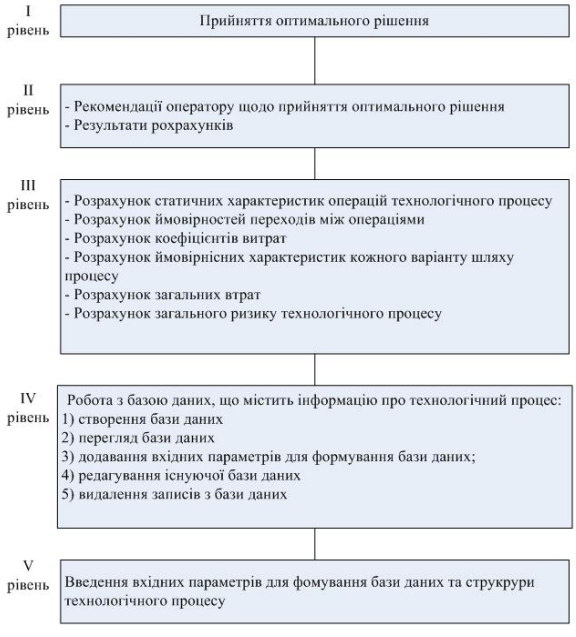


Рис. 1. Ієрархія основних функцій системи

Додаткові функції системи:

1. Формування інтерфейсу.
2. Вхід в систему через форму авторизації.
3. Вивід інформації про задачу, що досліджується.
4. Вивід результатів:
   - графіки (структура технологічно процесу);
   - таблиці (результати розрахунків);
   - рекомендації і т.п.

Література. **1.** Кузьмин И.В. Оценка эффективности и оптимизация автоматической системы контроля и управления / Кузьмин И.В. – М.: Радио и связь, 1971. – 296 с. **2.** Дубовой В.М. Оптимізація параметрів СППР при управлінні розгалуженим технологічним процесом / В.М. Дубовой, І.В. Пилипенко // Оптимізація параметрів СППР при управлінні розгалуженим технологічним процесом. – №24. – Т.2.– Вінниця: УНІВЕРСУМ Вінниця. – 2012. – С.131–136. **3.** Дубовой В.М. Оцінювання ризику розгалужено-циклічних технологічних процесів / В.М.Дубовой І.В. Пилипенко, А.В. Денисов // Вісник ХНУ. – 2011. – №6. – С.165–168.

Ефремов К.В., Болдак А.А.
Мировой центр данных по геоинформатике и устойчивому развитию, НТУУ "КПИ", Киев, Украина

МЦД-Украина как платформа для поддержки междисциплинарных исследований в Украине

На Мировой центр данных по геоинформатике и устойчивому развитию (МЦД-Украина), работающий в составе Мировой системы данных (ICSU World Data System), Международным советом по науке (ICSU) возложены задачи сбора, обработки и анализа национальных и мировых данных, необходимых для исследований в области устойчивого развития, а также оказания содействия национальным научным организациям в сборе и предоставлении конечным пользователям наборов данных по широкому спектру дисциплин [1]. Особенностью МЦД-Украина стала уникальная для Мировой системы данных сетевая модель построения Центра «Network of networks», согласно которой группа научных учреждений Национальной академии наук Украины, каждое из которых ведет одно или несколько научных направлений, организовала сотрудничество в рамках МЦД-Украина.

К моменту создания Мирового центра данных в Украине (2006 год) существовали все предпосылки для успешного создания его сетевой инфраструктуры. В качестве коммуникационной платформы внутри страны была использована Украинская научно-образовательная телекоммуникационная сеть (Ukrainian Research & Academic Network – URAN), физически объединившая вышеуказанную группу учреждений НАН Украины. Учитывая, что с 2007 года сеть URAN интегрирована в общеевропейскую академическую сеть GEANT2, появилась возможность информационно связать МЦД-Украина с 52 другими МЦД Мировой системы данных, а также с партнерскими научными учреждениями Европы и всего мира.

Решение задач МЦД-Украина, требующих больших вычислительных мощностей и значительных объемов памяти, обеспечивается использованием вычислительного кластера НТУУ «КПИ», производительностью 7 ТФлопс, входящего в состав единой национальной GRID-инфраструктуры Украины, которая насчитывает сегодня 31 кластер. Информационная среда МЦД-Украина представляет собой распределенную информационно-аналитическую систему, предназначенную для поддержки междисциплинарных научных исследований.

Нижний уровень системы обеспечивает стандартизацию процессов обслуживания данных. Эти процессы образуют непрерывный жизненный цикл со следующими фазами: создание, обработка, анализ данных, их сохранение, публикация и повторное использование [2–4]. В рамках требований, предъявляемых Мировой системой данных к отдельным центрам, условие обеспечения полного жизненного цикла данных является обязательным для сертификации.

Исходя из концепции интеграции источников данных и сервисов – Global System of Data Systems, принятой Мировой системой данных, информационные ресурсы всей совокупности интегрируемых источников и сервисов должны быть представлены как новый единый источник [5–7]. Решение этой задачи осложняется тем, что в информационных системах центров Мировой системы данных используются различные модели данных, они построены на основе различных, в лучшем случае клиент-серверных или сервис-ориентированных архитектур, что часто требует разработки специализированных средств для организации взаимодействия с унаследованным программным обеспечением. Для решения этой задачи МЦД-Украина разработал прототип распределенной информационно-аналитической системы [8], в котором интеграция данных и сервисов осуществляется на семантическом уровне с использованием языка описания онтологий OWL, обеспечивающего поддержку единого представления данных с учетом их семантических свойств в контексте единой онтологии предметной области [9]. Каталогизация источников данных в этой системе осуществляется с использованием онтологии Global Change Master Directory (GCMD) Science Keywords [10].

Для реализации такой системы в работе [9] предложен агентно-ориентированный подход, используя который в рамках сервис-ориентированной архитектуры, можно осуществлять интеграцию не только данных, но и сервисов, а также организовывать их взаимодействие

за счет использования агентов. Эти агенты представляют собой специализированные мигрирующие программные компоненты, которые имеют уникальные для их предметной области OWL-онтологии и файлы XML, определяющие параметры их подключения к источнику, правила проецирования словаря на источник данных и параметры функционирования [11].

Взаимодействие с разработанной системой организовано через портал МЦД-Украина: http://wdc.org.ua. WEB-интерфейс обеспечивает организацию виртуального пространства источников данных и сервисов: регистрация источников данных и сервисов с привязкой к единой GCMD-онтологии, мониторинг состояния источников данных и сервисов, получение справочной метаинформации о них; с поиском и интеграцией данных: формирование запросов путем задания параметров фильтров или непосредственного введения SPARQL-запроса, ограничение зоны поиска по источникам данных, приведение результатов поиска к виду, определяемому пользователем (поддерживаются форматы XML, JPEG, CSV, HTML, различные виды графиков и таблиц). Также система включает в себя сервисы для аналитической обработки данных (факторный анализ, кластерный анализ, корреляционный анализ и т.п.).

Используя разработанную систему, МЦД-Украина обеспечивает взаимодействие организаций-владельцев данных (ведущих научных учреждений НАН Украины) в рамках модели «Network of Networks». Этот принцип впервые был предложен МЦД-Украина и принят Мировой системой данных как образец для других междисциплинарных центров [1]. Взаимодействие научных учреждений, в том числе и в рамках Российско-Украинского сегмента Мировой системы данных [8, 12], при поддержке НАН Украины, РАН, Российского и Украинского фондов фундаментальных исследований позволяет МЦД-Украина и его партнерам успешно проводить ряд междисциплинарных исследований в области наук о Земле, в частности, в области исследования сложных эколого-социально-экономических систем в контексте их устойчивого развития (выполнено 10 совместных украинско-российских проектов).

Литература. **1.** Згуровский М.З., Гвишиани А.Д., Ефремов К.В., Пасичный А.М. Интеграция украинской науки в Мировую систему данных // Кибернетика и системный анализ. – 2010. – № 2. – С. 49-58 **2.** Create & manage data. URL: http://www.data-archive.ac.uk/create-manage/life-cycle/ **3.** Shearer C. The CRISP-DM model: the new blueprint for data mining // J Data Warehousing. – 2000. –№5. – P. 13-22. **4.** Rohanizadeh, S. S. and Moghadam, M. B. A Proposed Data Mining Methodology and its Application to Industrial Procedures // Journal of Industrial Engineering. – 2009. – № 4. – P. 37-50. **5.** Constitution of the International Council for Science World Data System (ICSU WDS), 2012, http://icsu-wds.org/images/files/WDS_Constitution_04_04_12.pdf **6.** Jean Bernard Minster. The ICSU World Data System as a Global System of Data Systems // Abstract Proceedings of the XXVth IUGG General Assembly “Earth on the Edge – Science for a Sustainable Planet”, 2011, Melbourne, Australia **7.** ICSU Annual Report 2008, 2008, http://www.icsu.org/publications/annual-reports/annual-report-2008/annual-report-2008-file **8.** Kostiantyn Yefremov. Integration of heterogeneous data sources of Russian-Ukrainian WDS Segment based on ontology and agent-oriented approach // JpGU International Symposium 2012, Makuhari Messe, Chiba, Japan **9.** Kostiantyn Yefremov. Agent-oriented approach for integration of WDC-Ukraine partner network resources // Materials of the 22nd Int. CODATA Conf., 2010, Cape Town, South Africa **10.** Olsen L.M., G. Major, K. Shein, J. Scialdone, R. Vogel, S. Leicester, H. Weir, S. Ritz, T. Stevens, M. Meaux, C.Solomon, R. Bilodeau, M. Holland, T. Northcutt, R. A. Restrepo. GCMD’s Science Keywords and Associated Directory Keywords. – 2007. – P.26. **11.** Шаповалова С.И., Ефремов К.В., Глуханик А.И. Организация интегрированного доступа к информационным ресурсам // Сборник трудов XI Международной конференции “Интеллектуальный анализ информации”. – К.: Просвіта, 2011 **12.** Marsel Shaimardanov, Alexei Gvishiani, Michael Zgurovsky, Alexander Sterin, Alexander Kuznetsov, Natalia Sergeyeva, Evgeny Kharin, Kostiantyn Yefremov. Development of WDS Russian-Ukrainian segment // Proceedings of 1st ICSU-WDS Conference “Global Data for Global Science”, 2011, Kyoto, Japan

Жук А.С., Заболотня Т.М.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФПМ, Київ, Україна

Визначення вимог до веб-сервісу для порівняння прогнозних даних погодних ресурсів

Перші погодні web-сервіси з'явилися на ринку програмного забезпечення вже достатньо давно – більше 10 років тому. Головною перевагою таких сервісів була і залишається можливість отримання їхніми користувачами вичерпної інформації про погоду (температуру повітря, вологість, швидкість вітру і т.д.) без необхідності придбання спеціалізованих приладів для виміру погодних характеристик [1]. Зі збільшенням кількості погодних сервісів на ринку у розробників кожної такої системи з'явилась необхідність у підвищенні точності надаваних прогнозних даних для того, щоб утримати свої позиції серед користувачів в умовах конкуренції. Користувачі ж подібних сервісів отримали змогу відвідувати декілька сайтів одразу для порівняння результатів їх роботи і обрання джерела максимального точного прогнозу погоди. Така ситуація спричинила виникнення необхідності у побудові спеціального ресурсу, який міг би збирати відомості з декількох заданих погодних сервісів та, аналізуючи результати роботи останніх, визначати точність даних, якими оперують ці сервіси. Інформація, яку може надавати такий ресурс, має спростити користувачеві вирішення задачі пошуку сервісу, який надає найточніші погодні дані, тобто такі дані, значення яких зазнають найменших змін при прогнозуванні у різні моменти часу та найкраще відповідають реальним погодним показникам.

В ході проведення дослідження існуючих програмних рішень з'ясувалося, що програмна система, яка вирішувала б вищезазначену проблему, в українському сегменті Інтернету відсутня. Також було визначено ряд основних кроків, які необхідно виконати розробникам порівняльного погодного сервісу для створення ефективної системи збирання та оцінювання погодних даних: створити список погодних параметрів, якими має оперувати сервіс, визначити пріоритет кожного з параметрів,забезпечити оцінювання точності роботи погодних ресурсів на основі обраних параметрів та їх пріоритетів.

По-перше, необхідним кроком є створення списку параметрів, які беруть участь у порівняльній оцінці. Авторами даного дослідження запропоновано включити до цього списку показники, які відстежуються кожним погодним сервісом і на які найчастіше звертають увагу користувачі: температура повітря (°C), вологість повітря (%), швидкість вітру (м/с), напрям вітру, атмосферний тиск (мм рт. ст.), хмарність.

По-друге, для кожного параметру із вищезазначеного списку необхідно встановити ступінь його впливу на оцінку точності погодних сервісів. На основі даних про вагомість наведених параметрів для користувачів погодних сервісів основним показником обрано температуру, після неї вологість повітря, швидкість вітру та атмосферний тиск в порядку зниження пріоритетності [2]. Напрям вітру та показник хмарності мають найнижчий пріоритет, оскільки множини значень, яких набувають ці показники, є достатньо малими.

По-третє, необхідно провести оцінку точності погодних ресурсів на основі параметрів та їх приоритетів, визначених на попередніх кроках. Для цього потрібно визначати зміну величини кожного погодного показника протягом певного періоду для кожного з обраних погодних сервісів. За величиною зміни того чи іншого погодного параметру має формуватись оцінка точності прогнозу погодного сервісу за цим параметром, а з сукупності всіх параметрів – інтегральна оцінка погодного сервісу в цілому.

У доповіді дані кроки розглянуто більш детально, а також наведено подробиці програмної реалізації системи для порівняльної оцінки погодних даних, що надає користувачам рейтинг погодних ресурсів за точністю прогнозів за певний проміжок часу. В якості сервісів для оцінки обрано провідні українські та іноземні погодні сайти.

Література. **1.** Секреты погоды - meteosecrets.com - Тестирование погодных веб-сервисов: http://www.meteosecrets.com/content/view/42/32/. **2.** Сервисы прогноза погоды: детальный обзор | ITC.ua: http://itc.ua/articles/servisy_prognoza_pogody_detalnyj_obzor_43474/.

Забара С.С.[1,2] ***Дехтярук М.Т.***[2]
[1]*Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна;* [2]*Інститут комп'ютерних технологій Університету "Україна", Київ, Україна*

Автоматизована система оптимізації вантажних перевезень

Транспорт є однією з найважливіших галузей економіки України. Від ефективної роботи транспорту значною мірою залежить добробут населення, розвиток національної економіки та безпека держави. З урахуванням провідної ролі транспорту в ринковій економіці, управління транспортом виділяється в окремий блок, що одержав назву транспортна логістика [1, 2].

Транспортна логістика включає в себе ряд елементів, основними з яких є: вантаж; пункти зосередження вантажу; транспортна мережа; рухомий склад; навантажувально-розвантажувальні засоби; учасники логістичних процесів; тара та пакування. Основні резерви вдосконалення транспортного логістичного процесу знаходяться в раціональній організації взаємодії учасників ланцюга доставки, у погодженні їх інтересів та пошуку взаємовигідних та придатних рішень.

Локальні технологічні процеси, що протікають у всіх ланках транспортної логістичної системи, мають ряд особливостей, які залежать від роду вантажу, виду транспорту і його структури, галузевої характеристики, стану елементів логістичного процесу. Для реалізації мети, задач і функцій логістики на цьому рівні необхідно, щоб різнорідні логістичні технології могли бути з'єднані об'єднуючими моментами в єдиний технологічний процес в якому повинне бути дотримання єдиних логістичних принципів і єдиних вимог.

Для аналізу й проектування логістичних транспортних систем застосовують методологічні принципи, основними з яких є [2]:

• Системний підхід – всі елементи логістичної системи розглядаються як взаємопов'язані та взаємодіючі для досягнення єдиної цілі управління. Отже, застосування системного підходу передбачає оптимізацію функціонування не окремих елементів, а логістичної системи в цілому.

• Принцип глобальної оптимізації — оптимізація структури логістичної системи потребує узгодженості локальних цілей функціонування елементів (ланок) системи з метою досягнення глобального оптимуму.

• Принцип моделювання та інформаційно-комп'ютерної підтримки - використання різних моделей: математичних, економіко-математичних, графічних, фізичних, імітаційних та ін.

Прогрес інформаційних технологій та інформаційних систем дав змогу значно підвищити ефективність логістики, а інформаційно-комп'ютерна підтримка посіла належне місце серед ключових логістичних функцій [3].

Метою даної роботи є використання сучасних комп'ютерних інформаційних технологій для моделювання й оптимізації режимів роботи транспортних логістичних систем. За допомогою системи візуального проектування Borland C++ Builder розроблена автоматизована система оптимізації транспортних перевезень на транспортній мережі, яка здійснює процедуру пошуку найкоротших відстаней та визначення оптимальних обсягів перевезень на заданій мережі.

Задачі про найкоротші шляхи належать до фундаментальних задач комбінаторної оптимізації, тому що багато з них можна звести до пошуку найкоротшого шляху на мережі. Існують різні типи задач про найкоротший шлях: (1) між двома заданими вершинами; (2) між даною вершиною і всіма іншими; (3) між кожною парою вершин у мережі; (4) між двома заданими вершинами для шляхів, що проходять через одну або кілька зазначених вершин; (5) перший, другий, третій і т.д. найкоротші шляхи в мережі.

На сьогодні алгоритмів пошуку оптимального рішення транспортних задач (ТЗ) розроблено досить багато, але практично на увагу заслуговують лише кілька з них, зокрема відомі алгоритми Дейкстри [4]. та Флойда [5]. Метод Дейкстри шукає найкоротший шлях від заданої вершини (джерела) до всіх інших вершин на графі. Метод Флойда шукає найкоротший шлях по черзі від кожної вершини до всіх інших і цим же він відрізняється від Дейкстри.

Транспортна задача значно ускладнюється у виробничо-транспортних економічних системах, які виробляють продукцію і сировину в широкому асортименті, а для перевезення їх

використовуються різні види транспорту. При цьому слід зауважити, що на практиці перевезення можуть здійснюватися і через декілька проміжних пунктів, створюючи складні транспортні комунікації. ТЗ у такому трактуванні належать до класу мережевих ТЗ. Інтерпретація ТЗ у мережевій формі дає можливість врахувати пропускну спроможність окремих ділянок транспортної мережі. У мережевій формі легше враховувати навантаження та розвантаження на проміжних станціях, кожна з яких розглядається як окремий транспортний вузол.

Для розв'язання цієї задачі розглянуті алгоритми не можуть бути застосовані, бо алгоритм Дейкстри недостатній (за ним знаходимо лише один рядок з матриці найкоротших відстаней), а алгоритм Флойда надлишковий (він генерує матрицю найкоротших відстаней між будь-якими пунктами відправлення (ПВ) та пунктами призначення (ПП). Слід також зауважити, що розв'язання мережевих ТЗ безпосередньо на топології транспортної мережі не дозволяє здійснювати алгоритмізацію та подальшу автоматизацію пошуку оптимального плану перевезень на базі сучасної комп'ютерної техніки. Доцільніше подавати мережеву ТЗ у матричному вигляді, що дозволяє здійснити алгоритмізацію пошуку оптимального рішення.

У даній роботі пропонується більш економний та ефективний метод розв'язання мережевих ТЗ великої розмірності, який поєднує методи рішення класичної ТЗ у матричній формі з модифікацією відомого методу Дейкстри для знаходження найкоротших відстаней у мережі сполучень між ПВ і ПП , заданій у вигляді графу. Модифікація алгоритму Дейкстри полягає у включенні до нього впорядкованої системи перебору вершин-постачальників (m), з одного боку, та вершин-користувачів (n), з другого. Тобто ми додаємо два вкладені цикли — перебір усіх постачальників, та усіх користувачів. Завдяки цьому можна знайти найкоротші шляхи від кожного постачальника до кожного користувача і визначити вартісні характеристики перевезень безпосередньо від ПВ до ПП.

Розглянутий алгоритм побудови найкоротших шляхів між заданими множинами вершин у мережі реалізовано у вигляді автоматизованої системи оптимізації транспортних перевезень на транспортній мережі, яка здійснює процедуру пошуку найкоротших відстаней та визначення оптимальних обсягів перевезень на заданій мережі.

Комплекс розроблено із застосуванням середовища візуального проектування Borland C++ Builder – графічної автоматизованої оболонки над об'єктно-орієнтованою мовою програмування C++. Середовище проектування Borland C++ Builder містить у собі повний набір візуальних інструментів для швидкісної розробки додатків (RAD – rapid application development), що підтримує розробку інтерфейсу користувача і підключення до корпоративних баз даних.

Програмний комплекс складається з двох форм. На головній формі (Form1) містяться компоненти для вводу вхідних даних – кількість вузлів відправлення (Edit1) і призначення (Edit2) а також матриця вартостей перевезень C (StringGrid1) та транспортна таблиця X (StringGrid2), що містить об'єми перевезень.

Також на головній формі знаходяться два компонента TImage. Перший з них Image1 служить для відображення опорного плану перевезень і заповнюється при натисканні на кнопку „ Побудувати опорний план". Другий компонент – Image2 служить для відображення оптимального плану перевезень і заповнюється лише в разі знаходження оптимального плану перевезень. При натисканні на кнопку „Граф", активується друга форма програмного комплексу (Form2). На ній розташований орієнтований граф маршрутів. Кнопка „Закрити" завершує роботу програмного комплексу.

Література. **1.** Бакаєв О.О., Кутах О.П., Пономаренко Л.А. Теоретичні засади логістики: Підручник. У 2-х томах.– К.: Фенікс, 2005.-951 с. **2.** Смирнов І.Г., Косарева Т.В. Транспортна логістика: Навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2008.-224с. **3.** Томашевский В.Н. Моделювання систем.– К.: Видавнича група BHV, 2007. – 352 с. **4.** Гудман С., Хидетниеми С. Введение в разработку и анализ алгоритмов.- М.: Мир, 1981.- 320 с. **5.** Ахо А., Хопкрофт Д., Ульман Д. Структуры данных и алгоритмы.: Пер с англ.- М.: «Издательский дом Вильямс», 2001.- 384 с.

Заговора О.В.[1,2] *Концевич В.Г.*[2]
[1] *ОАО "ВНИИИАЭН", Сумы, Украина;* [2] *Сумский государственный университет, Сумы, Украина*

Системный подход к организации информационных потоков в проектно-конструкторской деятельности наукоемкого производства

Целью создания эффективной системы управления [1] информационными потоками производства наукоемких изделий и их компонентов является интеграция цикла «планирование - исследование - конструирование - технологическая подготовка - испытание - производство» в корпоративную систему управления наукоемким производством на базе CALS- технологий. Для достижения поставленной цели следует решить ряд задач:

- инжиниринг жизненных циклов разработки новых изделий и их компонентов на базе CALS-технологий;
- реинжиниринг бизнес-процессов наукоемкого производства;
- разработка и внедрение корпоративной системы управления производством, позволяющей управлять бизнес-процессами в реальном масштабе времени и эффективно адаптировать опытное производство к изменению планов, тематики и содержания НИОКР;
- модернизация рабочих мест специалистов и управленческого аппарата, работающих в интегрированной информационной среде.

Первым этапом внедрения системы управления наукоемким производством на ОАО «ВНИИАЭН» было введение в промышленную эксплуатацию корпоративной системы управления данными об изделии. Далее была решена задача - организовать управление бизнес-процессами на предприятии и спроектировать соответствующие маршруты электронного документооборота, в ходе выполнения которой, было разработано:

- схему генерации информационных потоков данных и передачи управляющей информация (рис. 1);
- маршруты согласования конструкторской документации;
- маршруты согласования канцелярских документов (с/з, д/з, приказы и распоряжения);
- стандарт предприятия «Управление проектированием и разработкой конструкторской документации» с описанием бизнес-процессов конструкторских и НИР отделов.

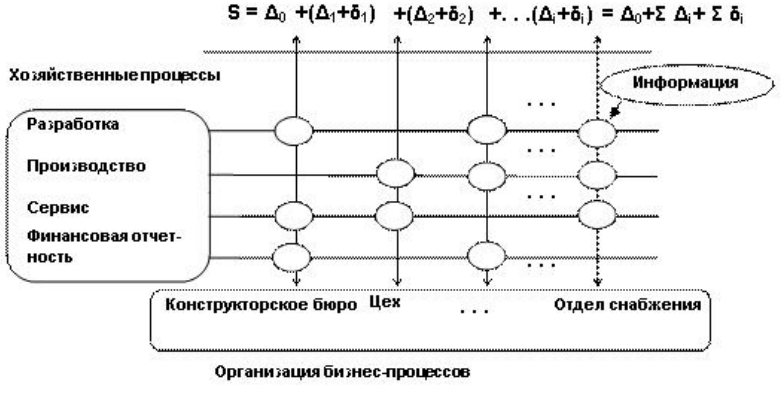


Рис. 1. Схема генерации информационных птоков

Решение двух вышеописанных задач позволило произвести реинжиниринг процесса согласования проектной документации, существенно сократить объем бумажных документов, в некоторых бизнесс-процесах и отказаться от них полностью, - внедрив систему электронных архивов.

Литература. **1.** О.В. Заговора, В.Г. Концевич, East.-Eur. J. of Ent. Techn. 1/7, No49, 8 (2011).

Зайцев В.Г., Цибаєв Є.І.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФПМ, Київ, Україна

Математична модель для оцінки часу виконання програм

Програмне забезпечення (ПЗ) спеціалізованих комп'ютерних систем має ряд особливостей, серед яких: вирішення завдань у реальному часі, незмінність функцій П 3 під час усього періоду експлуатації, необхідність обміну інформацією із зовнішнім абонентом. Це вже на стадії проектування П 3 потребує виконати його оптимізацію та оцінити часові характеристики програм: середній час виконання, середню частоту виконання окремих блоків і т.п.

На даний час існує декілька підходів до вирішення цих задач: створення декількох варіантів програмної системи і на основі реальних даних обрати оптимальний варіант, імітаційне моделювання, створення і дослідження математичних моделей.

Перший підхід може виявитися дуже затратним та неприпустимим у часі розробки. Другий, хоча і дозволяє у найменших деталях відтворити процеси функціонування П 3, у більшості випадків не може бути рекомендований на ранніх стадіях проектування, оскільки не можна точно визначити вхідні параметри моделей і розрахувати відповідні навантаження окремих блоків обчислюваної системи. Отже, створення і дослідження математичних моделей функціонування П 3 є дуже перспективним підходом.

Постановка задачі. Метою роботи є створення математичної моделі функціонування ПЗ, за допомогою якої можна отримати такі характеристики програми (комплексу програм) як: середня кількість кроків програми, середній час виконання, середня частота виконання окремих блоків.

Опис математичної моделі. Поставимо у відповідність блок-схемі алгоритму програми орієнтований граф G(i), у якому вершини i будуть співставленні блокам і розгалуженням , а орієнтованим ребрам - шляхи переходу алгоритму між окремими блоками. Будемо вважати, що процесу виконання програми будуть відповідати перехід з однієї вершини до іншої, а знаходженню у певній вершині – виконанню деякої команди або блоку програми.

Використовуючи таку модель, можна розглядати виконання програми як існування деякого випадкового процесу S(t) з дискретними станами і з дискретним часом, якому відповідає граф G(i). Зважаючи на особливості виконання програм, можна вважати, що переходи процесу S(t) із стану i в стан j, не залежить від того, яким чином він потрапив у стан i, а тільки залежить від перехідних імовірностей P_{ij}, якими навантажують (розмічають) відповідні ребра графа G(i).

Тобто можна інтерпретувати процес виконання програми як випадковий марківський процес з дискретними станами і дискретним часом, який пов'язаний у марківський ланцюг матрицею перехідних імовірностей P.

Випадковий процес S(t) переходить із стану в стан у попередньо визначені моменти часу t(1), t(2), . . . , що звуться кроками такого процесу. У проміжках між кроками система S зберігає свій стан. Як відомо [1], випадковий процес з дискретним часом можна представити випадковою послідовністю (по індексу k), таких подій: $S_i(k), \overline{i=1,n;}\ \overline{k=1,2,...,}$, де n – кількість вершин графа G(i).

Основними характеристиками марківських ланцюгів з дискретним часом є імовірність станів $P_i(k) = P(S_i(k)), \overline{i=1,n;}\ \overline{k=1,2,...,}$ та імовірності переходів P_{ij}, що утворюють квадратну матрицю переходів порядку n-P, для якої

$$\sum_{i=1}^{n} P_i(k) = 1; \quad \sum_{j=1}^{n} P_{ij} = 1; \quad k = 1,2,...; \quad \overline{i=1,n} \tag{1}$$

Наявність на розміченому графі стрілок та визначень відповідних імовірностей переходів вказує на відмінність їх від нуля. Відсутність стрілок говорить про те, що відповідні імовірності дорівнюють нулю. Якщо сума імовірностей, що виходять з певної вершини <1, це свідчить

про імовірність затримки на певному кроці P_{ii}, яка дорівнює

$$P_{ii} = 1 - \sum_{j=1}^{n} P_{ij}; \quad i \neq j \tag{2}$$

Якщо $P_{ii} = 1$, це свідчить про те, що процес потрапив в так званий поглинаючий стан, з якого він вже вийти не може. Це відповідає завершенню виконання задачі. Вектор-строка станів у початковий момент дискретного часу $t(0) - P^o = (P_1(0), P_2(0), ..., P_n(0))$ зветься вектором початкового розподілення імовірностей і відповідає початку алгоритму або програми. Як відомо [2], для визначення вектору- строки імовірностей переходу від кроку k до кроку k+1 слід взяти добуток вектору-строки переходу від стану k-1 до k на матрицю перехідних імовірностей P.

$$p^k = p^{k-1}P, \tag{3}$$

або

$$P_i(k) = \sum_{j=1}^{n} P_j(k-1)P_{ji}; \quad \overline{i = 1, n} \tag{4}$$

Як правило, дискретність моментів переходу розглядається як стала величина, тобто t(i)-t(i-1) = const. Ми дещо розширимо поняття дискретності моменту переходу і пов яжемо його з попереднім станом процесу. Будемо вважати, що якщо процес переходить із стану S_i в стан S_j, то такий перехід можливий після завершення проміжку часу τ_i знаходження процесу у стані S_i, тобто переходи відбуваються через попередньо визначені, але нерівномірні інтервали часу. У цьому разі середня величина проміжку часу T(k) між сусідніми кроками визначається як:

$$T(k) = \sum_{i=1}^{n} P_i(k-1)\tau_i; \tag{5}$$

При нерівномірний дискретизації, та

$$T(k) = \sum_{i=1}^{n} P_i(k-1) = 1; \quad \tau_i = 1, \tag{6}$$

За допомогою моделі програми у вигляді поглинаючого марківського ланцюга можна обчислити кількість звертань до окремих блоків програми K_i, середній час виконання програми T, середню кількість кроків до переходу у поглинаючий стан K. Для цього запропоновано метод використання моделі, що полягає у послідовному обчисленні імовірностей станів $P_i(k)$ при $k \to \infty$. Критерієм завершення процедури обчислень слугує

$$P_n(k) \to 1, \quad k \to \infty \tag{7}$$

На практиці $P_n(k)$ обирають $P_n(k) \approx 0,99999$. Доведено, що вказані характеристики визначаються формулами:

$$T = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n} P_i(j-1)\tau_i; \qquad K_i = \sum_{j=1}^{k} P_i(j-1); \qquad K = \sum_{i=1}^{n} K_i \tag{8}$$

Література. **1.** И.В.Романовский. Дискретный анализ: Учебное пособие для студентов,3-е изд, -СПб:«Невский диалект»; БХВ Петербург, 2003. **2.** Е.С.Вентцель. Исследования операций.- М. «Советское радио», 1972, 552с

Каковський В.О., Заболотня Т.М.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФПМ, Київ, Україна

Особливості організації програмного забезпечення для підтримки контролю досягнення цілей

Однією з характерних ознак нашої інформаційної доби є постійне зростання обсягу інформації, якою доводиться оперувати людині. З кожним днем нам стає все важче обрати такі пріоритетні задачі, успішне завершення яких приведе до досягнення необхідного результату. На думку авторів, найбільш актуальною для людини є та інформація, використання якої впливає на швидкість досягнення поставлених нею цілей. До цих відомостей належать дані про поставлену мету, кроки щодо її досягнення, виконані й розпочаті завдання та ін.

Автоматизація обробки цих даних повинна полегшити отримання оперативної відповіді на запитання «що я повинен зробити найближчим часом для досягнення цієї мети». Таким чином, розробка програмного забезпечення, у функції якого входять підтримка обліку кроків, спрямованих на досягнення цілей, пріоритизація цих кроків, а також оцінка прогресу в отриманні необхідного результату, є актуальним завданням.

У межах проведеного дослідження авторами було визначено та класифіковано функціональні й нефункціональні вимоги до системи, а також продемонстровано, що програмне забезпечення доцільно реалізувати у вигляді веб-додатку. У даній доповіді основну увагу приділено таким атрибутам якості:

1. Робота веб-додатку при 1000 одночасних підключень без виникнення затримок з боку сервера більших за 500 мс (Performance).
2. Взаємодія з базою даних додатку (додавання, редагування та видалення записів) без повного перезавантаження сторінки (Usability).
3. Робота додатку в браузерах Google Chrome версії 15.0.874 та вище, Mozilla Firefox 8.0 та вище, Opera 12.00 та вище, Safari 5.1.1 та вище (Performance).

Для забезпечення виконання даних вимог до додатку розглядається використання подійно-орієнтованого програмування (event-driven programming) [1]. В рамках даної парадигми основною діяльністю є обробка подій, викликаних діями користувача (введення-виведення), а також обробка повідомлень, що надходять від інших програм та потоків. У розробленій системі подіями виступають такі дії - взаємодія користувача з GUI та введення-виведення даних.

На думку авторів, щоб організувати відслідковування та реакцію на ці події з боку сервера, доцільно використати асинхронну модель програмування [2]. Суть підходу полягає в тому, що результати виконання функції є доступними не одразу, а згодом, у вигляді певного асинхронного виклику, який порушує звичайний потік виконання. Завдяки концепції асинхронного програмування не потрібно створювати окремий потік для кожного клієнтського підключення в рамках багатопотокової моделі, що породжує великі витрати оперативної пам'яті сервера для підтримки цих підключень. Асинхронна модель, на противагу синхронній, є неблокуючою - у випадку, коли в синхронній моделі виникає блокування та очікування внаслідок операцій запису-читання, у асинхронній моделі відбувається перехід до інших завдань.

Для здійснення асинхронних викликів пропонується використати об'єкт XMLHttpRequest, який підтримується описаними у вимогах браузерами [3].

Таким чином, у доповіді обґрунтовано доцільність використання подійно-орієнтованого програмування при розробці веб-додатку для підтримки контролю досягнення цілей, наведено пропозиції щодо структурної організації додатку.

Література. **1.** Event Driven Programming / [Електрон. ресурс]. - Режим доступ: http://c2.com/cgi/wiki?EventDrivenProgramming - Назва з екрана. **2.** Introduction to Asynchronous Programming / [Електрон. ресурс]. - Режим доступ http://cs.brown.edu/courses/cs168/f12/handouts/async.pdf - Назва з екрана. **3.** XMLHttpRequest / [Електрон. ресурс]. - Режим доступ: http://www.w3.org/TR/XMLHttpRequest/ - Назва з екрана.

Капшук О.О., Белушкін М.Є.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Надійність захисту веб-сайтів від автоматичного розпізнавання символів CAPTCHA

Захист інформації у веб-просторі з кожним роком набуває все більшої актуальності. Зокрема, захист веб-сайтів від роботів, спамерів та інших автоматичних засобів отримання доступу до них відіграє важливу роль в цьому процесі. Однією з найпоширеніших технологій захисту веб-сайтів в середовищі Internet є використання символьних CAPTCHA (Completely Automated Public Turing Tests to Tell Computers and Humans Apart) - повністю автоматизованих публічних тестів Тюринга для розрізнення комп'ютерів і людей в Internet, які використовується для того, щоб визначити, хто використовує систему — людина чи комп'ютер. CAPTCHA генерує тести, які можуть бути виконані людиною, але вони мають бути недоступними для існуючих на сьогоднішній день комп'ютерних програм. CAPTCHA часто використовується для того, щоб запобігати чисельним автоматичним реєстраціям та відправленням повідомлень програмами-роботами [1].

На сьогоднішній день існує багато реалізацій тесту Тюринга для мережі Internet від примітивних до найскладніших. В доповіді проводиться аналіз надійності захисту веб-сайтів з використанням символьних CAPTCHA та проблем побудови стійких до автоматичного розпізнавання CAPTCHA. Для аналізу було розроблено декодер CAPTCHA на базі бібліотеки комп'ютерного зору з відкритим вихідним кодом OpenCV, а також використані відомі OCR системи: GNU Ocrad, Tesseract, GOCR, FineReaderOnline, PWNtcha. Серед них є системи винятково створені для наукових цілей, є комерційна система FineReaderOnline, новітня система з відкритим кодом Tesseract, яка розробляється завдяки фінансуванню корпорацією Google, а також система PWNtcha , яка створена програмістами, спеціально для розпізнавання CAPTCHA. Результати тестування 12 зразків різних типів CAPTCHA вказаними вище декодерами (окрім PWNtcha) наведені на Рис.1. Дані про ефективність PWNtcha отримано з сайту розробника декодера [2]. Для оцінки ефективності автоматичного розпізнавання (%) для кожного типу CAPTCHA використовувалось 10 варіантів зображень. Результати порівняльного аналізу дозволяють зробити наступні висновки:

- використання OCR систем загального призначення не ефективно для автоматичного розпізнавання CAPTCHA;
- декодери, створені спеціально для розпізнавання CAPTCHA, мають високу ефективність і можуть використовуватися для тестування ступеню захисту веб-сайтів.

Розробники CAPTCHA завжди намагаються знайти розумний баланс між двома завданнями: максимально ускладнити розпізнавання програмними методами і при цьому не надто ускладнити прочитання тексту людиною. Згідно з дослідженням, проведеним в Microsoft Research [3], комп'ютерні програми вже на поточному етапі розвитку перевершують людей в розпізнаванні окремих символів. З цієї причини при розробці сучасних CAPTCHA особлива увага приділяється максимальному ускладненню процесу сегментації - автоматичного розділення символів. Робиться це за допомогою додавання різного роду шуму, близького розміщення символів та інших методів. В роботі також проведено дослідження принципів побудови 40 найбільш популярних CAPTCHA, а також їх вплив на стійкість до автоматичного розпізнавання, що дозволяє сформулювати рекомендації до побудови CAPTCHA:

1. Застосування різноманітних шрифтів і кольорів, які кардинально відрізняються один від одного;
2. Застосування кольорових шумів на фоні, причому важливо, щоб хоча б одна складова шуму збігалася з кольором символів;
3. Використання лінійних та нелінійних викривлень – причому параметри цих викривлень завдавати випадково, щоб ускладнити процедуру повернення до нормального вигляду;
4. Ускладнення сегментації шляхом накладання символів один на одного;

5. Спотворення символів шляхом закручування, витягування, тощо.

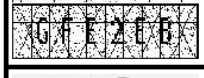
CAPTCHA	PWNtcha	Ocrad	Tesseract	Gocr	FineReader	Розроблений декодер
	100	0	100	0	0	100
	100	10	100	100	0	100
	100	10	90	90	40	100
	100	0	30	20	0	90
	98	0	10	10	0	100
	100	0	100	100	100	100
	88	0	90	0	0	100
	97	10	40	10	0	100
	100	0	100	100	100	100
	89	0	0	0	0	100
	100	0	0	0	0	100
	49	20	20	20	0	60

Рис. 1. Результати тестування декодерів

Слід зауважити, що застосування цих рекомендацій у повній мірі та збільшення їх показників призводить до покращення ефективності захисту веб-сайтів, але з легкістю може призвести до погіршення юзабіліті CAPTCHA. Тому для загальної оцінки якості CAPTCHA необхідно проводити тестування їх на юзабіліті з використанням якісних показників [4]. Як свідчать результати проведеного тестування з використанням розробленого декодера, імовірність автоматичного розпізнавання символів CAPTCHA залишається дуже високою і для удосконалення системи захисту веб-сайтів слід використовувати додаткові методи, наприклад, метод прихованого поля, фіксування часу, витраченого користувачем, тощо.

Література. **1.** Распознавание некоторых современных CAPTCHA: Блог Хабрахабр, інформаційна безпека (запис у блозі від 25 березня 2011 року) [Електронний ресурс] / Pastafarianist. Режим доступу до блогу: http://habrahabr.ru/post/116222/. **2.** PWNtcha - captcha decoder: сайт розробника ПЗ [Електронний ресурс] Режим доступу до сайту: http://caca.zoy.org/wiki/PWNtcha. **3.** Chellapilla, K., Larson, K., Simard, P., Czerwinski, M. Computers beat humans at single character recognition in reading-based Human Interaction Proofs (HIPs), Microsoft Research 2005.[Електронний ресурс] Режим доступу до сайту: http://research.microsoft.com/en-us/um/people/marycz/czerwinski_cv_june2006_protected.doc. **4.** Jakob Nielsen. Usability 101: Introduction to Usability, 2003. [Електронний ресурс] Режим доступу до сайту: http://www.useit.com/alertbox/20030825.html.

Капшук О.О., Кондратенко В.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Захист від спуфінгу в технологіях розпізнавання обличчя

Технології розпізнавання обличчя людей (Face Recognition) в даний час широко застосовуються в системах контролю та управління доступом (СКУД) великих підприємств, в смартфонах, багатьох моделях мобільних комп'ютерів компаній Toshiba, ASUS, Lenovo, тощо. Поширеність технології Face Recognition (FR) пов'язана з відносною простотою її реалізації і те, що вона є безконтактною і комфортною для користувача. Ця технологія дозволяє за допомогою Web-камери ввести один раз зображення обличчя (ЗО) в комп'ютер за допомогою спеціальної програми для захисту даних, а потім використовувати це зображення як унікальний пароль при вході в систему. Програма Lenovo VeriFace дозволяє у разі спроби доступу до комп'ютера особи, ЗО якої не зареєстроване в СКУД, зробити знімок і записати час спроби несанкціонованого доступу в журналі VeriFace. Аналогічно працює і програма ASUS SmartLogon. 2D - технологія Face Recognition (FR) нестійка до спуфінгу з використанням 2D-зображень і потребує удосконалення алгоритмів розпізнавання з урахуванням можливості спуфінгу (англ. spoofing - отримання доступу обманним шляхом) [1]. Більшість сучасних смартфонів оснащені веб-камерою і системою 2D-розпізнавання для ідентифікації користувача, таку систему можна обманути використовуючи фото або відео. Відомі інциденти, що стались з такими відомими компаніями, як Google [2], Toshiba, ASUS, Lenovo [3]. Продукти цих компаній, що використовують технологію 2D- аутентифікації стали жертвами атак на систему розпізнавання з метою отримання несанкціонованого доступу. Система аутентифікації ряду продуктів цих компаній, таких як ноутбуки та смартфони, була успішно подолана з використання роздрукованих фотографій авторизованих користувачів або ж відеозаписів, на яких був зображений авторизований користувач. В роботі проведено аналіз існуючих методів захисту від спуфінгу.Отримані результати свідчать:

1. Методи на основі виявлення емоцій, моргання та руху очей дають змогу захиститись від фото спуфінгу, але не ефективні проти відео- спуфінгу з використанням відео файлів, які містятьв собі варіації емоцій, а також рух очей. Методи для визначення емоцій мають значно підвищену складність алгоритмів розпізнавання.
2. Метод на основі мультимодальної аутентифікації забезпечує більш ефективний захист, ніж методи для визначення емоцій та моргання. Водночас метод не є складним в реалізації. До його недоліку варто віднеси залежність від емоційного стану та стану здоров'я користувача.
3. Одним з найефективніших методів для визначення «живучості» є метод на основі термограм обличчя. Метод забезпечує стовідсоткове визначення живучості і здатний розрізнити навіть близнюків. Недоліком методу є висока вартість додаткових апаратних засобів.

В роботі детально розглянуті питання програмної реалізації та стійкості до спуфінгу 2D-систем аутентифікації з використанням методу аутентифікації зі зворотним зв'язком (МАЗЗ). Даний метод не потребує додаткового обладнання і може бути легко вбудований в існуючі СКУД. Для створення програми для розпізнавання була використана бібліотека комп'ютерного зору з відкритим вихідним кодом OpenCV [4]. Бібліотека містить в собі реалізований метод Віоли – Джонса, що забезпечує швидкий та достатньо точний пошук обличчя людини на зображенні з відхиленням положення обличчя від фронтального в межах тридцяти градусів. Для розпізнавання обличчя в OpenCV реалізовано метод «Eigenface» [5], що використовує чорно-білі зображення відмінних рис обличчя особи в двовимірному форматі. Графічний інтерфейс програми створено з використанням бібліотеки Swing. Для тестування створеної програми розпізнавання облич використовувалась "The ORL Database of Faces" база даних, що включає в себе фотографії сорока людей. Для кожної людини наведено по десять фотографій з різними виразами обличчя, різними ракурсами та емоційними станами, загалом в базі зберігається 400

зображень людей. Серед фотографій є зображення, як чоловіків, так і жінок, усі зображення збережені у форматі PNG у градаціях сірого і мають розмір 125 на 150 пікселів. При дослідженні системи для тренування алгоритму розпізнавання було використано по сім фотографій кожної людини, після чого по три фотографії для кожної особи, що залишились використовувались для тестування ефективності розпізнавання. З метою здійснення можливості тестування

Рис. 1. Розширення бази даних ORL

системи в режимі реального часу, база фотографій ORL була розширена десятьма додатковими фотографіями (Рис.1). Фотографії окрім фронтального розташування обличчя відображають поворот обличчя в вертикальному та горизонтальному напрямку, а також різний емоційний стан та фотографії з по черзі закритими очима та повністю закритими очима. Програма

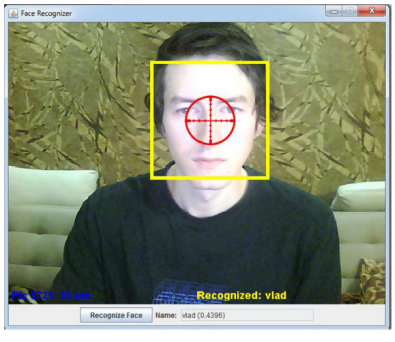


Рис. 2. Результати тестування

2D-розпізнавання для перевірки на «живучість» здійснює двоетапну інтерактивну аутентифікацію в режимі реального часу. На першому етапі здійснюється розпізнавання обличчя користувача шляхом його порівняння з обличчями у базі даних. Після встановленні належності користувача системі настає другий етап перевірки. Система просить користувача у текстовій формі повернути обличчя у вказаному напрямку (в горизонтальному чи вертикальному), при чому для зменшення імовірності фальсифікації напрямок повороту обличчя задається системою у довільному порядку, а користувач має обмежений час на реакцію, який складає дві секунди. Якщо користувач правильно відреагував і його обличчя співпало з обличчям у базі даних, то користувач отримує доступ до системи (Рис.2). Такий підхід дозволяє суттєво підвищити рівень захисту СКУД від спуфінгу з використанням фотографій чи відеозаписів.

Література. **1.** Технология защиты данных Face Recognition пока еще очень ненадежна. [Електронний ресурс].Режим доступу до сайту:http://itnews.com.ua/45334.html/:– Дата доступу: 25.02.2013. **2.** Распознавание лиц в Android 4.0 оказалось легко обмануть.[Електронний ресурс]. Режим доступу:http://www.computerra.ru/20038/raspoznavanie-lits-v-android-4-0-okazalos-legk/:– Дата доступу: 2.10.2012. **3.** Вьетнамцы взломали систему распознавания лиц.[Електронний ресурс]. Режим доступу:http://www.xakep.ru/post/47191/default.asp:-– Дата доступу: 10.10.2012. **4.** Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. Gary Bradski Adrian Kaehler. O'Reilly Media 2008 – 580с. **5.** Face recognition system in java using eigenfaces Режим доступу:http://code.google.com/p/javafaces/:- Дата доступу: 8.12.2012.

Килымник О.В.
Восточноукраинский национальный университет им. В.Даля, Луганск, Украина

Автоматическое управление объектом с большим запаздыванием

Автоматическое управление объектами, имеющими большое запаздывание информации о выходных координатах, невозможно, поэтому регулируют косвенные параметры, коррелированные с параметрами, которые необходимо поддерживать в заданном диапазоне.

Примером такого объекта является процесс обогащения угольных шламов методом флотации. Цель автоматического управления этим процессом – стабилизация заданной зольности концентрата. Однако зольность концентрата можно измерить только после его обезвоживания, на что требуется десятки минут. Кроме того, это время зависит от технологии обезвоживания и технологической схемы цеха флотации.

Обычно задачу автоматизации решают путём стабилизации удельных расходов реагентов, коррелированных с зольностью концентрата. С целью получения кондиционного продукта приходится настраивать процесс с некоторым запасом, заведомо допуская дополнительные потери горючей массы с отходами обогащения. Попытки построить систему автоматического управления (САУ) с использованием модели процесса оказались неудачными в связи с нестационарностью расхода и плотности исходной пульпы на входе объекта управления, а также изменениями зольности её твёрдой фазы.

Для повышения точности управления предложено использовать прогнозирующую модель, полученную на основе материального баланса и модели динамики процесса флотации. Ошибка прогнозирования устраняется путём коррекции коэффициента передачи модели динамики пропорционально разности прогнозируемой и фактической зольности. Выходной сигнал прогнозируемой зольности используется в качестве регулируемой координаты САУ, к контуре которой нет чистого запаздывания. Причём коррекция осуществляется вероятностным методом. Суть его заключается в следующем. Вероятностный сигнал на выходе прогнозирующей модели рассматривается как математическая смесь двух процессов, центры классов и вероятности которых определяются с помощью классификатора. Выходные сигналы классификатора подаются на вход модели динамики, на выходе которой формируется среднее значение прогнозируемой зольности концентрата.

В случае отклонения фактической зольности от прогнозируемой изменяется вероятность центров классов таким образом, чтобы прогнозируемое значение зольности совпадало с фактическим её значением. Например, если фактическая зольность концентрата меньше прогнозируемой, то необходимо уменьшить значение прогнозируемой зольности. Тогда снижается вероятность центра класса большей величины, а вероятность центра класса меньшей величины соответственно увеличивается (сумма вероятностей равна единице), пока среднее значение прогнозируемой зольности не достигнет задания.

Преимущество этого метода перед известными решениями заключается в том, что корректирующий контур включён постоянно, а не периодически через интервал времени, превышающий время чистого запаздывания сигнала с выхода золомера. В связи с тем, что отсутствует жёсткая обратная связь, корректирующий контур устойчив, так как по-существу он находится в разомкнутом состоянии.Такая система обладает адаптивными свойствами и может быть использована для автоматического управления процессом флотации с любой технологической схемой.

Литература. **1.** “Теория автоматического регулирования.” / Бесекерский В.А., Попов Е.П - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1972. - 768 с. **2.** “Автоматизация производства на углеобогатительных фабриках.” / Л.Г. Мелькумов, В.А.Ульшин, М.А. Бастунский и др. – М.: Недра, 1983. – 290 с. **3.** “Прикладные методы теории случайных функций” ; издание 2-е, переработанное и дополненное./Свешников А. А. – М.: Наука. Главн. ред. физ.-матем. лит. изд-ва, 1968. – с.

Кириленко Е.Г., Кузнецова Ю.А., Фролова Г.А.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина

Таксономия сравнительных характеристик методов оценки usability

В условиях постоянного роста количества и сложности разрабатываемого программного обеспечения (ПО) и смены их версий разработка удобного в использовании пользовательского интерфейса (ПИ) позволяет повысить конкурентоспособность ПО. Под удобством использования (usability) ПИ будем понимать степень, с которой продукт может быть использован определёнными пользователями при определённом контексте использования для достижения определённых целей с должной эффективностью, продуктивностью и удовлетворённостью (стандарт ISO 9241-11:1998).

Для того, чтобы выяснить насколько пользовательский интерфейс эффективен, рентабелен и довольны ли им пользователи, проводят оценку usability ПИ на всех этапах его разработки. Количество измеряемых показателей оценки usability ПИ может быть довольно велико, но все они, как правило, сводятся к набору базовых показателей. Ниже приведен список этих характеристик с примерами метрик, необходимых для их измерения.

Эффективность – точность и полнота достижения пользователями определенных целей (длительность выполнения операции; время выполнения задачи; время, затраченное на обнаружение ошибок; время, затраченное на исправление ошибок; количество команд, исполняемых при выполнении операции; длительность поиска сведений в документации и др.).

Продуктивность – израсходованные ресурсы (время, объём данных, оперативная и долговременная память, сетевые соединения, устройства ввода/вывода и др.) по отношению к точности и полноте достижения целей пользователями. Производительность в контексте удобства использования ПИ не связана со значением в контексте его производительности.

Субъективная удовлетворенность пользователя (отношение пользователя к продукту) измеряется в балах по какой-либо шкале, например – десятичной.

В настоящее время в практику оценки usability ПИ внедряется большое количество подходов, в которых авторы используют разные основания для классификации методов оценки usability [1-4].Преимущества тех или иных подходов в научной литературе носят дискуссионный характер, и достаточно сложно определить, какой из этих подходов является более эффективным для оценки usability ПИ. На наш взгляд это связано с отсутствием стандартных параметров usability и метрик их измерения, а также отсутствием стандартных процессов оценки и сравнения usability ПИ.

В результате обзора и анализа подходов к оценке usability ПИ: тестирования, инспекции, наблюдения, - в таблице 1 предложена таксономия сравнительных характеристик методов оценки usability. Приведенная таксономия показывает возможность применения методов оценки usability на всех этапах жизненного цикла ПО, возможности удалённого проведения и получения количественных данных, а также лиц, участвующих в процессе оценивая и покрытие основных показателей usability. Выбор метода оценки usability зависит от применяемой методологией разработки; масштаба проекта; типа продукта; контекста использования; целей, задач продукта; аппаратной платформы, уровня квалификации экспертов и др.

Оценка качества usability на всех этапах разработки позволяет с точки зрения разработки – снизить расходы и уменьшить время разработки; с точки зрения бизнеса – увеличить доходы от продаж продукта; с точки зрения пользователя – повысить эффективность, продуктивность, удовлетворенность пользователей во время взаимодействия с продуктом.

Литература. **1.** Магазанник В.Д., Львов В.М. Человеко-компьютерное взаимодействие: Учебное пособие для вузов/ В.Д. Магазанник, В.М. Львов. — Тверь: Триада, 2005. — С. 200. **2.** Раскин Джеф . Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем/ Джеф Раскин. — Символ-Плюс. — 2004. **3.** В.В. Головач. Дизайн пользовательского интерфейса. Искусство мыть слона/ В.В. Головач. — 2009. — 94 с. **4.** Мандел Т. Разработка пользовательского интерфейса/ Т. Мандел. – М.: ДМК Пресс. 2001. – 416 с.

Таблица 1. **Таксономия сравнительных характеристик методов оценки usability**

Сравнительные характеристики	Методы	I. ТЕСТИРОВАНИЕ: Наставничество	Совместное обучение	Измерение производительности	Протокол «вопрос-ответ»	Удалённое тестирование	Ретроспективное тестирование	Тестирование с комментарием	Обучение	Фиксация мыслей вслух	II. ИНСПЕКТИРОВАНИЕ: Когнитивное пошаговое руководство	Функциональная инспекция	Эвристическое оценивание	Плюралистическая обработка	Инспекция с учётом различных точек зрения	III. НАБЛЮДЕНИЕ: Полевые исследования	Фокусные группы	Интервью	Протоколирование фактического использования	Проактивные полевые исследования	Анкетирование
1). Этапы разработки ПО	формирование требований	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–
	проектирование	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–
	реализация	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–
	тестирование	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	*	*	*	*	–	–
	внедрение	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–	*	*	*	*	–	*
2). Лица, участвующие в процессе оценивания	usability-эксперты	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1-4	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1-4
	пользователи	4	6	6	4	5	4	4	4	4	0	0	0	2	2	2	6	2	6	2	5-6
	разработчики ПО	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3). Показатели, охватывающие usability	эффективность	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	–	–
	производительность	–	–	*	–	*	*	*	–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	*	–	–
	удовлетворённость	*	*	*	*	*	*	–	*	*	–	–	–	*	*	*	*	*	–	–	*
4). Возможность удалённого проведения		–	–	–	–	*	–	–	–	–	–	*	*	–	–		–	–	–	*	–
5). Возможность получения количественных данных		–	–	*	–	*	*	*	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–	*

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Киричек Г.Г. [1] ***Киричек А.А.*** [2]
[1] *Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина;* [2] *Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина*

Облачные технологии в системе оценки плагиата в программных проектах студентов

Предложено использование технологии облачного хранения данных SQL Azure для системы оценки плагиата при изучении дисциплин по программированию. Система обеспечивает анализ и обработку результатов студенческих программных проектов, определение случаев повторного использования кода. Исследование направлено на решение актуальных задач масштабирования мощностей серверов, возможности увеличения объёмов баз данных и устойчивости к потере информации.

Введение. Сегодня "облачные" технологии активно применяются во всех развитых странах [1], обеспечивая принципиально новые, экономически эффективные возможности для высшего образования. Технологии аренды (SaaS) программного обеспечения [2] могут помочь снизить в ВУЗах затраты на проведение учебного процесса [3]. Актуальным является решение задач масштабирования мощностей серверов, возможности увеличения доступных объёмов для баз данных и обеспечение устойчивости к потере информации. Windows Azure, является одной из систем, предоставляющих возможность решения всех вышеназванных задач [1, 2].

Постановка задачи. Система оценки идентичности программного кода позволяет: контролировать повторное использование студентами кода разрабатываемых программных проектов; создавать базы готовых учебных проектов [3, 4]. Для обеспечения реализуемого сервиса предлагается использование платформы Windows Azure, являющейся интернет-платформой для облачных вычислений и служб. Она включает основные возможности Windows Azure и набор служб разработчика. Использование компонентов, входящих в состав выбранной платформы Windows Azure, при реализации сервиса работы с системой определения идентичности кода в программных проектах студентов, позволили улучшить качество предоставляемого сервиса студентам в процессе обучения [5, 6].

Реализация сервиса. Первый этап реализации сервиса включает два метода: первичное создание базы данных в облачном сервисе и исследование возможностей переноса рабочей системы с имеющимися данными. Для этого в SQL Azure можно воспользоваться одним из способов:

- создание базы путем написания запросов в ручном режиме;
- создание структуры базы данных, используя портал SQL Azure;
- редактирование базы с помощью SQL Server Management Studio;
- отслеживание времени, даты, авторов и внесения изменений в программу;
- импорт уже сформированной базы данных из SQL Server с помощью приложения SQL Azure Migration Wizard.

После регистрации администратора баз данных на портале Microsoft SQL Azure создан основной сервер для используемой системы. Для основной базы данных системы выбран дублирующий способ хранения. База данных представлена в 3-х экземплярах и расположена на совокупности разных узлов данных платформенного уровня центра данных. Начальное обращение к базе данных системы, используемой в учебном процессе, направлено всегда к узлу, на котором размещена первичная реплика. Исходя из общей модели и существующих связей, создаются таблицы системы оценки идентичности программного кода в учебных проектах студентов, с помощью последовательного создания и выполнения определенных запросов. Диаграммы классов отображают статическое представление модели и взаимосвязи между классами и интерфейсами. В SQL Azure поддерживается стандартная модель безопасности SQL Server, то есть логин, входящий на уровень сервера при помощи пароля, и соответствующий ему пользователь внутри той или иной базы данных. При создании нового сервиса в виде сервера SQL Azure вместе с БД master создается административный логин. На сле-

дующем этапе база данных, хранящаяся в облачном сервисе, подключается к локальному серверу, развернутому на IIS сервере. Структура сервера состоит из уровня доступа к данным, уровня бизнес логики, реализации ASP.Net портала, предоставляющего веб-интерфейс для работы с системой и Windows Communication Foundation сервиса, обеспечивающего доступ для клиентских desktop приложений. На уровне доступа к данным используется специально сформированный модуль подключения к базе данных для загрузки объектов системы оценки плагиата в учебных проектах студентов. На уровне бизнес логики реализованы функции регистрации пользователей, создания групп пользователей; импорта проекта, поиска файлов по заданным критериям; анализа плагиата в структуре проекта (идентичность структуры каталогов и изображений); отслеживания времени, даты, авторов и внесение изменений в программу; анализа программного кода в зависимости от типа файла. На уровне визуального интерфейса ASP.Net реализован веб-сайт. Он используется как точка входа, с помощью которой студенты и преподаватели, в любое время и из любой удаленной точки, могут иметь полнофункциональный доступ к услугам системы при разработке, анализе и защите программных проектов, а также их проверке на уникальность программного кода. Система, расположенная на сервере, включает WCF сервис, предоставляющий доступ настольным приложениям к услугам системы. Каждый студент и преподаватель может установить приложение на свой компьютер и использовать систему эффективнее за счет увеличения быстродействия, которое достигается за счет механизма кеширования объектов. На стороне клиента приложение реализует интерфейс доступа к WCF сервису. Разработанная система состоит из нескольких экземпляров приложений для сервера и клиента. Для запуска приложения на сервере ВУЗа необходимо:

- установить и настроить службу IIS, входящую в состав Windows Server 2008;
- установить приложение для сервера, запускающее портал работы с системой, а также развернуть сервис доступа студентов и преподавателей к базам данных.

Для принятия дополнительного решения об эффективности внедрения сервиса в работе произведен расчет стоимости его использования.

Выводы. “Облачные” сервисы повышают эффективность учебного процесса. Разработанный сервис отвечает всем требованиям и реализует поставленные задачи. Программное обеспечение как услуга (SaaS) обеспечивает доступ к приложениям для конечных пользователей через Интернет без предварительных инвестиций в инфраструктуру и программное обеспечение. Для принятия дополнительного решения об эффективности внедрения сервиса в работе произведен расчет стоимости его использования.

Литература. **1.** Linlin Wu. SLA-based admission control for a Software-as-a-Service provider in Cloud computing environments / Linlin Wu, Saurabh Kumar Garg, Rajkumar Buyya // Journal of Computer and System Sciences, 2011. – [Режим доступа]. – http://128.250.29.18/reports/AdmissionControlInClouds-JCSS2011.pdf. **2.** Dinkar Sitaram. Chapter 3 - Platform as a Service / Sitaram Dinkar, Manjunath Geetha // Moving To The Cloud – Developing Apps in the New World of Cloud Computing, 2012. – P.73–152. – ISBN: 9781597497251. **3.** Киричек Г.Г. Модель оцінки плагіату програмного коду на основі системи контролю версій / Г.Г. Киричек, О.О. Киричек // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків: Технологічний центр, 2012. – №2/2(56). – С.25–32. **4.** Киричек Г.Г. Оцінка подібності програмного коду в навчальних проектах студентів / Г.Г.Киричек, О.А. Амонс, О.О. Киричек // 14-а міжн. наук.-техн. конф. “Системний аналіз та інформаційні технології” SAIT-2012, 2012 р.: тези доп. – Київ: НТУУ “КПІ”. – 2 с. **5.** Управление базами данных и именами входа в SQL Azure [Текст] // Библиотека MSDN. – [Режим доступа]. – http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ee336235.aspx. **6.** SQL Azure [Текст] // [Режим доступа]. – http://habrahabr.ru/post/66815/.

Кльоц Ю.П.
Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна

Модель піни для визначення геометричних характеристик її бульок

На сьогодні, піна – це не просто бульбашки, а речовина, яка знайшла своє застосування у багатьох сферах людської діяльності та має досить великі перспективи використання. Для різних задач піна повинна володіти різними фізичними характеристиками. Однією із важливих характеристик піни є діаметр її бульок. Для автоматизованого визначення характеристик піни використовується система ідентифікації бульок на зображенні піни [1].

З метою проведення дослідження геометричних характеристик бульок піни, а саме визначення їх ефективних діаметрів необхідно розробити відповідну модель піни.

Для проведення аналізу піни [2] та отримання геометричних характеристик бульок представимо зображення піни у вигляді V - матриці пікселів кольорового зображення.

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & \dots & v_{1\acute{n}} \\ v_{21} & \dots & v_{2\acute{n}} \\ & \dots & \\ v_{\acute{k}1} & \dots & v_{\acute{k}\acute{n}} \end{bmatrix}, \tag{1}$$

де $\acute{n}$, $\acute{k}$ - відповідно ширина та висота початкового зображення в пікселях, v_{ij} - трикомпонентний вектор, що описує колір пікселя з координатами i та j. Кожен компонент вектора визначає інтенсивність однієї з трьох складових кольору, червону, зелену, синю.

$v_{ij} = \begin{bmatrix} r_{ij} & g_{ij} & b_{ij} \end{bmatrix}$, де r_{ij}, g_{ij}, b_{ij} - значення інтенсивності відповідно червоної, зеленої та синьої складових кольору пікселя початкового зображення.

Результатом проведеного аналізу зображення піни є P - матриця бульок піни.

$$P = \begin{bmatrix} p_1 & p_2 & \dots & p_l \end{bmatrix}, \tag{2}$$

де p_m - характеристика m-ї бульки піни, l - кількість ідентифікованих бульок.

$p_m = \begin{bmatrix} d_m & x_m & y_m \end{bmatrix}$, де d_m, x_m, y_m - відповідно діаметр та координати умовного центра m-ї бульки.

Задамо у вигляді S - послідовність операцій перетворення V в P,$V \xrightarrow{S} P$. $S = \{S_1, S_2, ..., S_8\}$, де

S_1 - операція масштабування вхідного кольорового зображення піни;
S_2 - операція перетворення масштабованого кольорового зображення в напівтонове;
S_3 - операція побудови фонового зображення;
S_4 - операція побудови зображення піни без фону;
S_5 - операція згладжування зображення піни;
S_6 - операція визначення пікселів, що належать контурам бульок піни;
S_7 - операція замикання контурів бульок піни;
S_8 - операція визначення координат центрів та ефективних діаметрів бульок.

Представимо модель піни у вигляді $Mp = \langle V, P, S \rangle$.

Отримана модель Mp включає в себе представлення бульок у вигляді кольорового зображення піни, послідовність операцій перетворення зображення піни в вектор бульок та визначає піну як сукупність бульок і зберігає в собі координати умовного центру бульки та її ефективний діаметр.

Запропонована модель піни дозволяє проводити визначення діаметрів бульок піни.

Література. **1.** Кльоц Ю.П. Система ідентифікації бульок на зображенні піни// Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 14-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2012, Київ, 24 квітня 2012 р. / ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ". – К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ", 2012. с. 357. **2.** Кльоц Ю. П. Метод ідентифікації бульок піни на зображеннях// Вісник Хмельницького національного університету. 2012, №2, с. 200-205.

Коваль О.В., Васильєв О.С., Нічіков Є.П.
Національний авіаційний університет, Київ, Україна

Тестування бортового обладнання безпілотного повітряного судна за допомогою засобів авіасимулятора

Розглянуто створення програмно-апаратного комплексу (ПАК) для розробки бортового обладнання безпілотного повітряного судна (БПС). ПАК дає змогу моделювати польотний стан засобами авіасимулятора FlightGear, що дозволяє створювати необхідну модель літака. Розроблено програмне забезпечення SimData, що перенаправляє дані від польотного симулятора через відповідні порти до конвертора. Конвертор перетворює дані від симулятора у формат бортової шини та виконує обернене перетворення.

Постановка задачі. Моделювання польоту БПС та тестування його систем є важливими і необхідними ланками процесу розробки БПС, тому задача створення ПАК для цього, є актуальною.

До авіасимулятора, що використовувався для моделювання польоту БПС, були висунуті наступні вимоги:

- можливість створення моделі літального апарату, яка б відповідала динамічним характеристикам БПС, що тестується;
- можливість моделювання рельєфу відповідної місцевості;
- необхідність отримання параметрів про поточний стан моделі та її систем у режимі реального часу;
- симулятор повинен забезпечити використання довільних апаратних пристроїв для керування моделлю.

Були розглянуті наступні, найбільш розповсюджені симулятори польоту: *Microsoft Flight Simulator (MSFS)* [1], *X-Plane* [2] та *FlightGear Flight Simulator (FGFS)* [3].

Після проведення аналізу, для моделювання польоту БПС було обрано симулятор FlightGear Flight Simulator, який є базою з вільним та повністю відкритим вихідним кодом, створеною на умовах суспільної ліцензії GNU General. Аеродинамічний модуль *JSBsim* [4], цього авасимулятора створений спеціалістами NASA та Boeing Company.

Вирішення задачі. Опрацювання первинних матеріалів симулятора FGFS показало що він:

- має відкритий початковий код, тому є можливість доробки певного функціонала, який не закладено в базовій версії;
- надає можливість додати літак із необхідними характеристиками;
- надає можливість генерації карт місцевості та аеропортів, що відповідають реальним;
- містить низку параметрів моделі літака та зовнішнього середовища які можуть бути експортовані або зчитані з достатньо розповсюджених портів обміну інформації UDP [5] або TCP [6];
- дозволяє автоматизовано керувати моделлю.

Наведені характеристики FlightGear надають змогу імітувати політ БПС над певною місцевістю, яка відповідає реальному фрагменту поверхні Землі та виводити зображення індикаторів телеметрії на монітори відеоводіння та навігації.

З проведеного аналізу можна зробити висновок про можливість застосування симулятора FlightGear для наземного тестування бортового обладнання БПС.

З метою перевірки висунутого припущення в НВЦБА «Віраж» НАУ було розроблено ПАК, що включає наступні елементи:

- авіасимулятор *FlightGear* як джерело даних;
- розроблене програмне забезпечення *SimData*, яке є посередником між FlightGear та апаратними пристроями;
- *«Конвертор»* перетворює дані від симулятора у формат бортової шини та виконує обернене перетворення;

- ПЗ *Dedal*, що дозволяє відслідковувати стан БПС, задавати маршрути слідування та керувати корисним навантаженням;
- апаратні пристрої (відеокамера, тощо).

Блок «Конвертор» перетворює дані від польотного симулятора до формату даних бортової системи. Даний підхід дає змогу проводити розробку один блоків при відсутності інших. Таким чином можна змоделювати роботу БПС з великою кількістю датчиків, яких фізично ще не існує, провести дослідження їх ефективності та доцільності використання. Також «Конвертор» реалізовує імітацію джойстика керування, що дозволяє наземному пілоту використовувати традиційні та звичні засоби керування, наприклад, радіоджойстик, тощо. Це дає змогу відчути реальну реакцію обладнання та побачити рухи органів керування.

Розроблена система функціонує наступним чином. Симулятор FlightGear налаштовано на передачу необхідних даних через UDP порт з частотою 50 Гц. Додаток SimData реалізує зчитування даних з симулятора згідно до протоколу. Дані обробляються, та у вигляді масиву байтів відправляються на COM порт [7] де і зчитуються «Конвертором». У подальшому дані передаються до обладнання, що тестується.

Бортове обладнання було розміщене на стенді, а сенсори підключені до блоків генерування даних. В системі було використано відеокамеру, що встановлена на борту БПС. До сигналу камери було додано блок телеметрії, який дозволяє краще орієнтування в «польоті».

На даному комплексі проводились випробування посадки «за приладами». Для цього після зльоту вікно камери бортового обладнання було закрито кришкою. Для зовнішнього пілота залишилася лише телеметрія та дані навігаційного комплексу, що показували розташування повітряного судна в горизонтальній площині.

Розроблена система дозволяє імітувати відмову обладнання. Для цього в польоті можна від'єднувати сенсори або органи керування що дозволяє змоделювати аварійні або небезпечні ситуації в повітрі. Блок телеметрії досить гнучкий в плані детальності та кількості даних для відображення. Наприклад, виходячи з контексту задач та за бажанням зовнішнього пілота, можна відключити вивід деяких даних, зокрема, рівень заряду батарей тощо.

Висновки. Розроблено систему моделювання польоту безпілотного повітряного судна та тестування його бортового обладнання. Ця система по суті є інформаційною технологією проведення наземних випробувань із використанням симулятору польоту.

Розроблений програмно-апаратний комплекс дозволяє моделювати польотний стан безпілотного повітряного судна за допомогою засобів авіасимулятора в частині:

1. дії основних сил на БПС у повітрі;
2. режимів польоту (зліт, посадка, розвороти, різні віражі);
3. відтворення аварійних та небезпечних ситуацій внаслідок відмови бортового обладнання або органів керування;
4. тестування наземного обладнання;
5. розробки та впровадження різних модулів сенсорів та органів керування незалежно від присутності інших.

Розроблена система дозволяє проводити тестування бортового обладнання БПС в лабораторних умовах.

Література. **1.** Microsoft®Flight Simulator X [Електронний ресурс] : http://www.microsoft.com/games/flightsimulatorx/ **2.** X-Plane 10 Global | The World's Most Advanced Flight Simulator | X-Plane.com [Електронний ресурс] : http://www.x-plane.com/desktop/home/ **3.** FlightGear Flight Simulator [Електронний ресурс] : http://www.flightgear.org/ **4.** JSBSim [Електронний ресурс] : http://www.jsbsim.org/ **5.** RFC: 768. User Datagram Protocol [Електронний ресурс] : http://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt **6.** RFC: 793. TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL [Електронний ресурс] :http://www.ietf.org/rfc/rfc793.txt **7.** Яшкардин В.Л. Последовательный порт. Программирование COM-порта в Windows и MS-DOS. SoftElectro (2009). [Електронний ресурс] : http://www.softelectro.ru/rs232prog.html

Ковтун А.А. *— рецензент Ладогубец В.В.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Исследование возможности использования пакета GridALLTED для решения задач поиска экстремумов аналитически заданных функций

При проектировании сложных электрических, механических, пневматических, гидравлических и смешанных систем с помощью инженерных программных пакетов систем автоматизированого проектирования (САПР), таких как ALLTED [1], часто необходимо решать задачи поиска экстремумов функций, заданных аналитически. Для решения данных задач используются пакеты математических вычислений. Недостататок такого подхода исходит из того, что пакеты математических вычислений не предназначены для ввода, хранения и обработки сложных систем, проектируемых с помощью инженерных САПР. Следовательно, объекты проектирования приходится разделять на компоненты и обрабатывать их отдельно в инженерных САПР и пакетах математических вычислений, что усложняет процесс проектирования.

Исследование построенного на базе ALLTED и грид-технологий комплекса схемотехнического проектирования GridALLTED [2] показало возможность создания системы компонентов данного комплекса, которая позволяет выполнять поиск экстремумов аналитически заданных функций с помощью ALLTED. Реализация такой системы обеспечивает работу пользователя над объектом проектирования полностью в GridALLTED.

Разработанная система состоит из компонентов (рис.1), которые обеспечивают вычисление в ALLTED значений вводимой пользователем аналитически заданной функции от заданного вектора аргументов. Аргументы и значения данной функции обрабатываются встроенными алгоритмами оптимизации в ALLTED.

1. Calculator – форма ввода и проверка корректности выражения аналитически задаваемой функции, содержится в странице веб-интерфейса пользователя. Результат – текстовый файл с выражением функции – передается для обработки следующему компоненту.
2. CreateRPN – программа, выполняющая генерацию файла задания ALLTED и файла, который содержит обратную польскую запись (ОПЗ) функции, в формате XML.
3. EvalRPN – модуль в составе ALLTED, вычисляющий значение ОПЗ, получаемой из XML-файла, подставляя передаваемые значения аргументов. Алгоритмы ALLTED обращаются к данному модулю таким же образом, как и ко встроенным функциям.

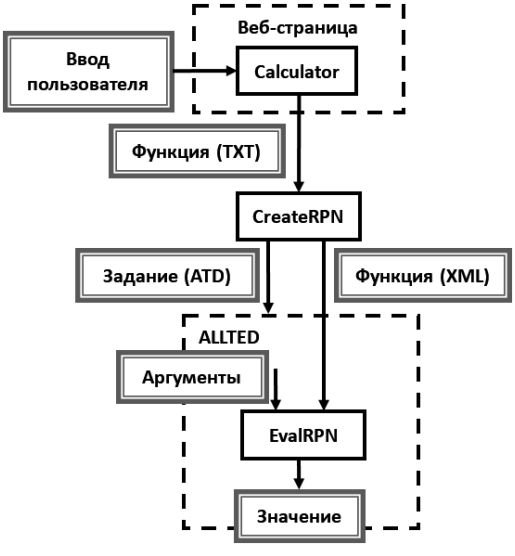


Рис. 1. Система вычисления значений аналитически заданных функций в GridALLTED

Выводы. Реализация системы компонентов в GridALLTED для решения задач поиска экстремумов аналитически заданных функций позволяет использовать GridALLTED не только как инженерную САПР, но и в качестве пакета математических вычислений, и таким образом, в качестве междисциплинарного инженерно-математического комплекса.

Литература. **1.** Petrenko A. ALLTED – a computer-aided engineering system for electronic circuit design / Petrenko A., Ladogubets V., Tchkalov V., Pudlowski Z. // Melbourne: UICEE, 1997. – 205p. **2.** Петренко А.І., Дослідження архітектури комплексу схемотехнічного моделювання GridALLTED / Петренко А.І., Ладогубець В.В., Фіногенов О.Д., Булах Б.В. // Вісник Університету "Україна". – 2011. – №2. – С. 65-70.

Котенко Д.А., Круглий М.О., Ліщук К.І., Муха І.П.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», ФІОТ, Київ, Україна

Методика вибору моделей калькулювання собівартості продукції

Підрахунок собівартості виробничої продукції завжди було, і донині є одним з найважливіших питань для керівництва підприємств з метою прийняття управлінських рішень та визначення актуального фінансового стану підприємства. Калькулювання собівартості необхідне для визначення ціни одиниці виготовленої продукції, порівняння понесених підприємством витрат та прибутку, отриманого від реалізації продукції [1].

Для сучасних підприємств отримання «реалістичної» собівартості виготовленої продукції є найбільш актуальною задачею для підвищення конкурентоспроможності та збільшення маржинального прибутку. Крім того, зниження собівартості продукції є одним з вирішальних джерел збільшення накопичень з метою розширення обсягів виробництва й підвищення добробуту персоналу. Саме тому вибір ефективних методик калькулювання фактичної собівартості є актуальною задачею.

З точки зору формування собівартості продукції витрати не однакові не тільки за своїм складом, але й по вагомості у продукції, яка виготовляється [2]. У складі собівартості продукції виділяють прямі та непрямі витрати:

- Прямі — ті, що відносяться на одиницю виробу (наприклад, витрати на придбання сировини та матеріалів). Їх можна напряму зв'язати з виробництвом певного типу продукції.
- Непрямі — пов'язані з усією виробничо-господарською діяльністю та такі, що не відносяться на одиницю виробу (наприклад, технологічне паливо й енергія). Ці витрати не можуть бути віднесені напряму до конкретного виробу [3].

Оскільки частина витрат виробничої діяльності прямо включається у собівартість конкретного виду готової продукції, а інша частина, в зв'язку з виробництвом декількох видів продукції включається непрямо, то спосіб включення витрат в собівартість виготовляємої продукції має вагоме значення [4]. З цього можна зробити висновок, що прямі затрати змінюватись практично не можуть, тому і впливати на них ми не можемо. Отже, для збільшення точності розрахунку собівартості ми можемо впливати лише на непрямі витрати, змінюючи методику їх розподілу. Існують відомі методики, які можна поділити на ті, що враховують кількісні показники та ті, що базуються на комплексних економічних показниках. При аналізі комплексних економічних показників слід брати до уваги витрати на транспортування продукції, виплати заробітної плати персоналу підприємства та витрати на підвищення їх кваліфікації, тощо.

Методики розподілення непрямих витрат, котрі в якості бази для розподілення використовують кількісні показники, легко підлягають автоматизації, на відміну від методів, які потребують застосування складних економічних розрахунків. Їх виконання вручну майже неможливе, тому буде доцільно проводити ці розрахунки в автоматизованій системі управління підприємством, котра в якості первинної інформації містить всю необхідну інформацію для проведення складних математичних розрахунків.

Виконання автоматизації значно зменшить час на проведення розрахунків, а також дозволить знизити кількість потенційних помилок при проведенні складних розрахунків. В доповіді будуть розглянуті вищеописані методики розподілення непрямих витрат, будуть показані їх переваги та недоліки, можливі напрямки автоматизації.

Література. **1.** Т. Войтенко, Н. Вороная Все об учете затрат на производственном предприятии. — Х: Фактор, 2005. — 266с. **2.** Козлова Е.П., Парашутин Н.В., Бабченко Т.Н., Галанина Е.Н. Бухгалтерский учет. — 2-е изд., доп. — М.: Финансы и статистика, 1996. — 576 с. **3.** Палий В.Ф. Организация управленческого учета. — М.: Буратор Прес, 2003. — 224с. **4.** С.Ф. Голов, Управлінський бухгалтерський облік. — К.:Скарби, 1998. — 384 с.

Кройтор А.В., Родіонов А.М.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна

Алгоритм оптимального розміщення механізмів захисту в ІКС

На сучасному етапі розвитку суспільства однією з найбільших цінностей стала інформація. Через швидке зростання її кількості для керування потоками даних та обробки інформації широко використовують інформаційно-комунікаційні системи (ІКС). Крім публічної інформації такі системи беруть участь в обробці інформації, що є комерційною чи державною таємницею або такої, від доступності та цілісності якої напряму залежать людські життя. Тому актуальними є питання проектування нових захищених ІКС, та проведення аналізу захищеності чи внесення змін до вже існуючих ІКС.

Великий вплив на захищеність ІКС мають її структура та наявність додаткових механізмів захисту (починаючи від правильного налаштування окремих елементів системи і закінчуючи встановлення додаткових програмно-апаратних комплексів). Для кожної ІКС можна скласти досить великий список можливих механізмів захисту. Використання їх усіх одночасно може суттєво покращити рівень захищеності системи, але вартість такого рішення може значно перевищувати наявний бюджет і цінність інформації. Таким чином постає задача вибору лише найбільш доцільних з них.

Постановка задачі. Будемо вважати, що нам відомі структура ІКС, можливі джерела та цілі атаки, можливі механізмі захисту, експертні оцінки їх ефективності та їхня вартість. На основі цих даних складається функція ймовірності успішної атаки на систему в залежності від обраних механізмів захисту та задається максимально допустимий бюджет.

Оптимальним набором механізмів захисту будемо вважати такий набір, що мінімізує функцію ймовірності успішної атаки. Формально задача виглядає наступним чином [1]:

$$\begin{cases} f(M) \to min \\ \sum\limits_i C_i(M_i) \leqslant C_{max} \end{cases}$$

де $f(M)$ – функція ймовірності успішної атаки на ІКС,
$M_i = 1$ - обрано i-тий механізм захисту, $M = (M_i)$,
C_i - вартість і-го встановлення механізму захисту.

Метод пошуку точного розв'язку. Задача вибору оптимального набору механізмів захисту у такій постановці є частковим випадком загальної задачі дискретної оптимізації булевого типу. Для застосування більшості ефективних алгоритмів дискретної оптимізації необхідне виконання одного або декількох з наступних припущень [2, 3]:

- адитивність цільової функції,
- лінійність цільової функції,
- відсутність обмежень,
- наявність деякої оціночної функції, обчислення якої можна здійснити набагато швидше за обчислення цільової функції.

У загальному випадку жодне з цих припущень не виконується, що робить неможливим або неефективним застосування цих методів оптимізації.

Кращим методом пошуку точного розв'язку є використання модифікації алгоритму послідовного аналізу варіантів [1]. Цей алгоритм дозволяє суттєво зменшити кількість комбінацій механізмів захисту, які треба перебрати, одразу виключаючи з розгляду ті, що вже точно не можуть виявитися оптимальними або виходять за рамки бюджету. Але ефективне його використання можливе лише за невеликої кількості можливих механізмів захисту. При збільшені їх кількості швидко зростає і час, необхідний для виконання алгоритму, а різниця у ймовірностях успішної атаки між оптимальним та близькими до нього розв'язках часто знаходиться у межах похибки експертних оцінок. Тому доцільним є пошук наближеного метода, який дозволить знаходити один або декілька таких квазіоптимальних розв'язків за менший час.

Пошук квазіоптимального розв'язку. Через вказані особливості задачі, з відомих наближених методів розв'язку проаналізуємо наступні: генетичні алгоритми та метод локальної оптимізації.

Генетичні алгоритми дозволяють швидко охопити велику частину простору можливих комбінацій механізмів захисту і при цьому дають можливість приділити більше уваги перспективним ділянкам. Але в умовах дискретної оптимізації з обмеженнями, стандартний генетичний алгоритм у більшості випадків не може повноцінно працювати, та знаходить далекі від оптимального розв'язки. Для покращення його роботи в [4] автор пропонує після кожної ітерації застосовувати до популяції методи локальної оптимізації. Але в даній конкретній задачі використання методу локального спуску призводить лише до збільшення часу, необхідного на виконання ітерації, і призводить до передчасної збіжності популяції.

Результатом проведених досліджень стала модифікація генетичного алгоритму, в якій локальний спуск використовується лише як додатковий вид мутації та як гібридна функція після завершення всіх ітерацій. Тобто алгоритм тепер виглядає наступним чином:

1. На основі отриманих даних випадковим чином генерується початкова популяція допустимих розв'язків (тобто таких, які не перевищують обмеження на сумарну вартість механізмів захисту). Для кожного обчислюється ймовірність успішної атаки. Найкращий запам'ятовується.
2. З ймовірністю, прямо пропорційною до шансу успішної атаки, обираються пари батьків і проводиться схрещування. При цьому всі отримані діти додаються до популяції.
3. До кожного елементу отриманої розширеної популяції з заданими параметрами застосовується класичний оператор мутації, який випадково змінює значення деяких бітів.
4. Як додатковий оператор мутації використовується метод вектора спаду з малим околом.
5. З розширеної популяції прибираються всі розв'язки, які у результаті виконання кроків 2-4 перевищили ліміт вартості, тобто стали недопустимими. Для решти обчислюється ймовірність успішної атаки на ІКС. Якщо знайдено кращий за збережений розв'язок, то він запам'ятовується як новий рекорд. Далі виконується сортування та селекція: у наступне покоління попадає заданий відсоток кращих, а решту обирають так само, як і батьків під час схрещування, тобто пропорційно до ймовірності успішної атаки.
6. Виконується перевірка наступних критеріїв зупину:
   - виконано задану кількість ітерацій,
   - вичерпано ліміт часу виконання,
   - вичерпано певну кількість обчислень якості розв'язків,
   - за останні K ітерацій не побито рекорд.

   Якщо жодний з них не виконується, то переходимо до кроку 2.
7. До збереженого найкращого розв'язку застосовується метод вектора спаду з більшим околом. Отриманий покращений розв'язок повертається як результат роботи алгоритму.

Результати. Проведені експериментальні дослідження показали, що вказаний алгоритм дозволяє за лінійний по відношенню до розмірності задачі час отримувати з високою ймовірністю оптимальний або близький до нього розв'язок. Для збільшення шансу отримати саме оптимальний розв'язок досить виконувати не один, а серію запусків.

Подальшого дослідження потребують питання вибору оптимальних параметрів алгоритму, а також дослідження збереження ефективності роботи алгоритму на задачах великої розмірності.

Література. **1.** Мартиненко Л.П., Новіков О.М., Родіонов А.М. Синтез оптимальної структури системи захисту інформації з використанням логіко-імовірнісного підходу // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009.- №1 – с. 51-57. **2.** Ковалев М.М. Дискретная оптимизация. Целочисленное программирование. - М.: Едиториал УРСС, 2003. — 192с. **3.** Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. - К.: Наукова думка. – 1988. – 472 с. **4.** Анікєв О.С. Структурний синтез мереж MPLS за заданими показниками якості обслуговуванняю. Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Нац. техн. ун-т України "КПІ". - К., 2011. - 21 с.

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Кулешова О.Н.
Севастопольский национальный технический университет, Севастополь, Украина

Спецификация таблиц событий с расширенным входом

В настоящее время актуальной задачей является разработка и внедрение в практику сложных систем разнообразных научных направлений, таких как информационные технологии, кибернетика, инженерия знаний, методы оптимизации, анализа и моделирования в различных областях. Результатом этого является востребованность построения высокоэффективных систем по обработке и использованию знаний для решения широкого круга задач.

Создание современных сложных систем требует применения различных моделей представления знаний, обладающих сбалансированными характеристиками по выразительности их языка с одной стороны и приемлемой вычислительной сложностью с другой. К моделям представления знаний предъявляется широкий спектр требований, включающий возможности декларативного задания с использованием средств визуального конструирования, поддержку разнородных входных параметров, возможности верификации и оптимизации модели, и наличие эффективных алгоритмов моделирования и анализа.

Табличные модели являются удобной формой представления экспертных знаний. Язык таблиц решений относится к классу формальных языков, характеризующийся непроцедурной и наглядной формой описания процесса принятия решения, а так же автоматизации процессов проверки корректности (полноты, непротиворечивости, неизбыточности), оптимизации и трансляции табличной модели в программы поиска решений. Таблицы решений получили широкое распространение при автоматизации процессов принятия решений, диагностики и контроля в имитационном моделировании. В то же время, язык таблиц решений представляет собой не достаточно гибкое и эффективное средство представления сложной логики в решении задач проектирования, анализа и моделирования систем высокой сложности [1].

Используя как основу язык таблиц решений, предлагается разработка более универсального языка таблиц событий [2], средства которого позволят компактно и наглядно описывать процессы поведения сложных систем в различных предметных областях, а так же предоставят возможности эффективного моделирования и анализа.

Язык таблиц событий (ТС) [3] позволяет задать набор правил (событий), определяющих конкретные последовательности действий, при заданных условиях (правил) $R = \{R_p\}; p = \overline{1,n}$ на основе пропозициональной логики над множеством условий $E = \{E_i\}; i = \overline{1,m}$ и действий Множество условий и действий $A = \{A_i\}; j = \overline{1,k}$: $(R_p)c_1^p \wedge c_2^p \wedge ... \wedge c_m^p \Rightarrow A_1^p, A_2^p, ..., A_k^p$ принимаются общими для всех правил в таблице событий. Такой набор правил может быть легко представлен в табличной форме.

В своей базовой форме ТС содержит только бинарные условия [3]. Для более удобного представления экспертных знаний предлагается расширение аппарата таблиц событий таким образом, чтобы условия могли быть описаны конечным множеством значений $EPS = \{EPS_1, EPS_2, ..., EPS_\mu\}$, Такие ТС являются ТС с расширенным входом. Спецификация ТС с расширеным входом имеет следующий вид:

<ID,E, A, R, D, C, P, Cond, Act >

Здесь $E = \{E_i\}; i = \overline{1,m}$ — множество условий, описывающих параметры выбранной предметной области; $A = \{A_i\}; j = \overline{1,k}$ — множество действий; $SubT = \{SubT_i\}; j = \overline{1,k}$ — множество ссылок на таблицы решений, описывающих действия; $R = \{R_p\}; p = \overline{1,n}$— множество решающих правил, называемых правилами решений, определяющими конкретные действия, при заданных условиях; $D = \{D_l\}; l = \overline{1,z}$ — множество решающих правил, определяющих действие «иначе»; $C = \{C_q\}, q = \overline{1,n}$ — множество векторов условий, где $\{C_q\} = \{c_1^q, c_2^q, ..., c_m^q\}$; $P = \{P_v\}, v = \overline{1,n}$ — множество действий, где $\{P_v\} = \{a_1^v, a_2^v, ..., a_k^v\}$; $Cond = \|c_{ix}\|$, $Act = \|a_{jx}\|$ — матрицы взаимосвязей множеств векторов данных и векторов действий.

Вектор значения условий $S = \{s_i\}, i = \overline{1,m}$, называемый входным вектором (вектором состояния) описывает некоторое состояние предметной области. Пара матриц Cond и Act дают

матричное соответствие между входными векторами состояний, описываемых как комбинация значений условий или так называемыми векторами условий и выполняемыми действиями – сценариями.

Алфавит матрицы $Cond = \|c_{ix}\|$ имеет вид

$$c_{ix} = \begin{cases} \Omega Ex \\ \times, \end{cases}$$

где ΩEx используется если условие e_i, влияет на выбор действия, и может принимать одно из множества значений заявленых, как множество возможных состояний условий $EPS = \{EPS_1, EPS_2, ..., EPS_\mu\}$; $\times$ используется, если условие e_i безразлично.

Действия в таблице событий, описывают атомарные сценарии в терминах предметной области, порядок выполнения которых определяется содержащимися в матрице целочисленными значениями

$$a_{jx} = \begin{cases} a \in (1, ..., k) \\ 0 \end{cases}$$

Для $\forall(a_{jx} \neq 0)$, значение a_{jx} интерпретируется как очерёдность (приоритет) выполнения действия при активации правил.

Вектор $S = \{s_i\}, i = \overline{1,m}$ распознаётся таблицей событий, если $\exists p((C_p = S) \vee (C_p \subset S))$, при этом вектор S удовлетворят правилу R_p (или правило R_p применимо в состоянии S), и в записи это имеет следующий вид $S \to R_p$. Для реагирования на входные векторы, к которым не применимо ни одно правило , в таблицу событий вводится правило “Иначе”(“Else”), которое определяется правилом D, заданным как

$$(D =< \emptyset, P_{n+1} >) \vee (D =< (\{D_l\}, l = \overline{1,z}), P_{n+1} >)$$

или незаданными векторами условий и одним единственным сценарием . Использование не пустого множества векторов условий в случае “Иначе” обусловлено большей наглядностью в процессе разработки таблицы событий, для наиболее полного и корректного описания предметной области с помощью средств языка таблиц событий. Правило “Иначе” может рассматриваться как замыкание модели, то есть как средство пополнения и адаптации, обеспечивающее универсальную реакцию на неучтённые входные векторы.

Любая ТС с расширенным входом может быть преобразована в эквивалентную ей таблицу событий в базовой форме (с ограниченным входом).

Обработка ТС с расширенным входом алгоритмически сложнее и является целью дальнейших исследований.

Таблицы событий, представляя собой эффективное и наглядное средство проектирования, моделирования и анализа, дают широкие возможности для автоматизации разработки и исследования сложных процессов в различных областях жизни, например, промышленном производстве, экономике, экологии, информационных технологиях.

Литература. **1.** Виноградов О.В., Еремеев А.П. Современные программные средства поддержки принятия решений на основе аппарата таблиц событий / О.В. Виноградов, А.П. Еремеев // Интеллектуальные системы. Колл. Монография. Выпуск 3 / Под ред. В.М. Курейчика. — М: Физматлит, 2009 — С.140 — 155. **2.** Кулешова О.Н. Апраксин Ю.К. Спецификация распределенных систем на основе таблиц событий / О.Н. Кулешова, Ю.К. Апраксин // Оптимизация производственных процессов: сб. науч. тр. Вып. 13. — Севастополь, 2011 — С. 52 — 57. **3.** Кулешова О.Н. Разработка методов спецификации информационных моделей средствами языка таблиц событий / О.Н. Кулешова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. –№4/2(58). – С.28-31.

Кульбачный К.А. *— рецензент Киселев Г.Д.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Использование мобильных устройств в обучении

В настоящее время есть возможность создать эффективную систему, как для дистанционного обучения, так и для улучшения качества обучения в целом. Фактически все устройства имеют доступ в сеть посредством EDGE, GPRS, 3G, Wi-Fi. Функционал некоторых из них позволяет стать одновременно и точкой доступа для тех устройств, которые поддерживают только Wi-Fi. Объем памяти и вычислительные мощности постоянно наращивается. Для управления ресурсами этих гаджетов используются операционные системы Android, iOS, Bada, Symbian, Windows Phone. Для хранения информации и передачи сообщений существует много облачных сервисов, в частности, многие ОС работают с Google Docs – системой хранения документов с возможностью просмотра и редактирования через браузер. Для передачи уведомлений, например, об обновлении курса обучения, можно использовать такие сервисы как C2DM, GCM, APN Service. У специалистов не вызовет труда написание клиент-серверных приложений для этих целей, так как платформы уже довольно хорошо изучены и есть много статей о взаимодействии этих устройств с сетью, ключевыми особенностями каждой из этих ОС.

Существующее ПО для мобильного обучения представлено обучающими играми (например http://mediumcompany.blogspot.com/2012/09/blog-post_6.html) и интеграцией гаджетов с социальными сетями. Для раскрытия возможностей данной системы этого явно недостаточно. Для действенной системы обучения необходимо специализированное ПО, которое и предлагается создать. Необходимы программные инструменты, обеспечивающие:

1. Администрирование системы.
2. Регистрацию персонала и слушателей.
3. Управление учебным процессом.
4. Поддержку библиотеки учебных материалов.
5. Планирование учебных программ.
6. Разработку курсов и тестов.
7. Доставку учебных материалов учащимся.

Система обучения будет состоять из следующих компонентов: сервер базы данных, веб-сервер, CMS, сервер хранения материалов, клиентское приложение. Работа этого продукта будет выглядеть так – преподаватель через CMS загружает новую лекцию на веб-сервер. В базу данных записывается, что курс был изменен (добавлена лекция). Клиентское приложение во время, которое выставляет пользователь, отправляет запрос на сервер обучения, получает ответ, что курс был изменен. Учащемуся приходит уведомление, он его открывает и, может либо скачать новую лекцию на свое устройство, либо отправить на почту, либо ознакомиться с лекцией в режиме онлайн.

Сам программный продукт можно реализовать на ОС Linux/Unix, СУБД MySQL, мобильной ОС Android. Серверное ПО можно писать на любом высокоуровневом языке программирования, а клиентское приложение для ОС Android на языке Java.

Литература. **1.** Меркулов А. М. Обучение при помощи мобильных устройств – новая парадигма электронного обучения [Текст] / А. М. Меркулов // Молодой ученый. — 2012. — №3. — С. 70-75.

Лесная Н.С., Иевлев Е.С.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Управление сетевыми соединениями на основе протоколов маршрутизации

Маршрутизация является наиболее распространенным вариантом локальной системы управления сетевыми соединениями, реализованной в сети Интернет. Для системы управления состоянием транспортного соединения следует различать понятие “механизм маршрутизации” и термин “политика маршрутизации” [1]. В первом случае имеются в виду алгоритмы поиска в таблице маршрутизации, во втором – правила, на основе которых маршруты вносятся в таблицу маршрутизации.

Корректировка таблицы маршрутизации позволяет оптимизировать пути передачи пакетов, но может приводить и к временной потери сетевой связанности вследствие «переходных» процессов, возникающих из-за внесения изменений о связанности маршрутов передачи пакетов в базы данных. В большинстве современных устройств маршрутизации предусмотрено использование двух механизмов формирования таблиц связанности: статическая (когда таблица маршрутизации формируется “вручную”) и динамическая маршрутизация (когда таблица формируется автоматически по мере получения информации о состоянии сетевых соединений).

Процесс маршрутизации осуществляется с помощью последовательной обработки пакетов в узлах сети, через которые проходит виртуальное соединение. Причем отдельный маршрутизатор не знает полного пути доставки пакета за исключением случая, когда узел назначения непосредственно связан с самим маршрутизатором. Управление процессом маршрутизации происходит на уровне некоторых логических объединений, каждое из которых реализует свою программируемую схему маршрутизации на базе специальных протоколов, например RIP (Routing Information protocol) или OSPF (Open Shortest Path First).

С точки зрения управления процессом передачи пакетов, к недостаткам локальных протоколов маршрутизации можно отнести большое время переходных процессов, вызванных изменениями в таблицах маршрутизации. Для протокола RIP это время может измеряться десятками секунд, а во время переходного периода могут образоваться циклические маршруты. Для этого класса протоколов сообщения, передаваемые между маршрутизаторами, представляют собой компоненты некоторого вектора, равные метрике используемых маршрутов.

В отличие от RIP, протокол маршрутизации OSPF относится к классу протоколов состояния линии (link-state). Этот протокол не использует для управления соединениями вектор расстояния между узлами сети, а формирует воздействия, исходя из состояния линий связи между узлами внутри автономной системы. С точки зрения эффективности пакетной коммутации важно, что протокол OSPF сходится к устойчивому состоянию таблиц маршрутизации быстрее, чем протоколы, использующие вектор расстояний между узлами сети. При использовании такого подхода размер таблиц связанности может уменьшиться на порядок и более, а время переходных процессов динамической маршрутизации существенно сокращается. Поэтому с высокой степенью точности модели сетевых процессов могут рассматриваться для случая установившихся режимов [2].

Таким образом, определение оптимальной модели управления сетевыми процессами является актуальной задачей, решение которой может быть основано на исследовании упомянутых моделей при установившихся режимах.

Литература. **1.** ISBN 5-8459-0605-9 Cisco Systems Руководство Cisco по междоменной многоадресатной маршрутизации = Interdomain Multicast Solutions Guide. [Текст] . — М.: «Вильямс», 2004. — 320 с. **2.** Заборовский, В.С. Идентификация математической модели установившегося режима энергообъединения с использованием нелинейных операторов. // Труды ЛПИ им. М.И.Калинина, Л., — С.101.

Лесько С.В., Зайцев В.Г.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФПМ, Київ, Україна

Модифікована система семантичного пошуку

В цій статтій розповідається про модифіковану систему семантичного пошуку, яка базується на встановленні вагових коефіцієнтів орієнтованого графу статті, а також алгоритм генерації цих коефіцієнтів.

Вступ. В сучасній науці дуже актуальним є питання збору, обробки та структурування інформації. Процес обробки змістовної інформації може бути підвищений шляхом вилучення семантично пов'язаних інформаційних об'єктів, що мають відношення до теми обраної користувачем системи. Семантичні моделі забезпечують вирішення поставлених задач, надаючи змогу користувачам обирати статті, відбір яких базується на інтерактивній поведінці і силі семантичних зв'язків між інформаційними об'єктами.

Постановка задачі. Задача полягає в дослідженні відмінності семантичного пошуку від існуючих релевантних моделей, обґрунтуванні доцільності подальшого розвитку даної моделі, а також знаходженні способу оцінки продуктивності представленого алгоритму семантичного пошуку.

Аналіз поставленої задачі. Релевантний (повнотекстовий) пошук – пошук по всьому змісту документа. Для прискорення пошуку, зазвичай, використовуються попередньо побудовані індекси, в яких зазначається інформація щодо кількості та місця конкретного слова в тексті [1][2].

Семантичний пошук – це механізм покращення пошуку в тексті з використанням попередніх пошукових запитів, що дозволяє формулювати запити близькі до питань природною мовою.

Принципова різниця між релевантною і **семантичною** пошуковою моделями полягає у тому, що при релевантному пошуку текст розглядається з точки зору форми, а при семантичному пошуку - з точки зору змісту. Це означає, що в релевантній моделі ми маємо лише деякий екстракт з документу, що зберігається в базі разом з посиланням на даний документ. При змістовному (семантичному) пошуку ми оперуємо всім змістом документа для визначення його змісту і після цього формуємо представлення про його релевантність.

Інформаційна база зберігається в **тезаурусах** - це особливий різновид словників загальної чи спеціальної лексики, у яких вказані семантичні відношення (наприклад, синоніми, антоніми, пароніми, гіпоніми, гіпероніми) між лексичними одиницями. Таким чином, тезауруси, особливо в електронному форматі, являються одним із дієвих інструментів для опису окремих предметних областей. На відміну від тлумачного словника, тезаурус дозволяє виявити сутність не тільки за допомогою визначення, але і за допомогою співвідношення слів з іншими поняттями і їх групами. Завдяки цьому тезаурус може бути використаний для наповнення баз знань систем інтелектуального пошуку[3].

Основою для реалізації семантичного пошуку є орієнтований граф, вершини якого представляють собою поняття, а ребра – визначають семантичне відношення між даними поняттями. Структурно граф може бути і деревоподібним і містити в собі циклічні структури. Незважаючи на те, що термінологія і структура різних семантичних механізмів може відрізнятися, існують деякі подібності, котрі властиві практично всім семантичним мережам (графам):

1. Вузли семантичних мереж являють собою концепти (праобрази) предметів, подій, станів;
2. Різні вузли одного концепта відносяться до різних значень, якщо не помічено, що вони відносяться до одного концепта;
3. Дуги семантичних мереж створюють відношення між вузлами-концептами (тип дуг вказує на тип відношення);
4. Деякі відношення між концептами вказують на лінгвістичні зв'язки (синоніми, антоніми та ін.), а деякі вказують логічні, просторові, часові відношення;
5. Концепти організовані по рівням залежності від ступеня узагальнення, так як, наприклад, сутність, жива істота, тварина, хижак.

Для підвищення якості результатів пошуку пропонується модифікувати алгоритм створення словників таким чином, щоби зв'язки були двонаправлені і кожна дуга графу словника мала свій коефіцієнт, які надають змогу виділяти для пошуку більш точні семантичні зв'язки між лексемами. Слід зауважити, що для відображення актуальної інформації, закладену в ці коефіцієнти, слід періодично перераховувати їх значення.

Для прикладу розглянемо дві частини графів статей відносно одного і того ж слова "зірка" (рис.1, рис.2).

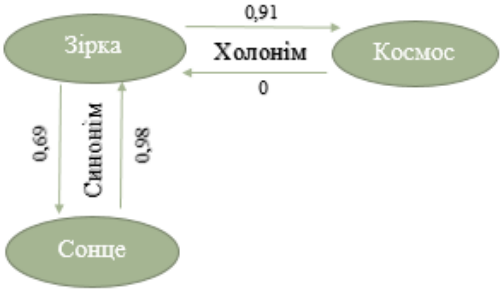


Рис. 1. Елементи графу статті з астрології.

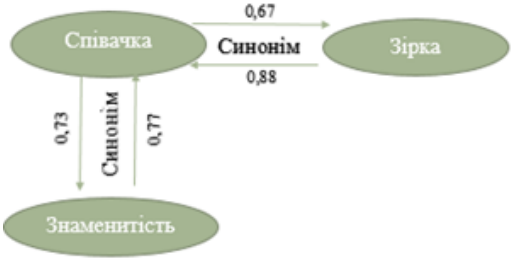


Рис. 2. Елемент графу статті присвяченої відомій співачці.

Перший елемент графу згенерований для статті з астрономії, тому присутні синонімічні зв'язки між словами зірка та сонце, оскільки поняття не завжди є взаємозамінними то зв'язки мають різну вагу. Крім того оскільки слово "зірка" не може виступати в ролі холоніма для слова космос, то і коефіцієнт дорівнює нулю. В той самий час згенерований граф для статті з новин про відому співачку має зовсім інші зв'язки з відповідними словами, які є в цій статті.

Алгоритм генерації вагових коефіцієнтів для створення словника статей:

1. Кожна з двох дуг (лексичних зав'язків) ново доданого слова в словник має однаковий коефіцієнт 0,5;
2. Якщо слово було використане для пошуку у якості допоміжного слова для пошуку, але не входило в список слів пошукового запиту, вага зв'язку від слова запиту до допоміжного слова росте, але не більше 1. Коефіцієнт від допоміжного слова до слова запиту залишається незмінним;
3. З плином часу, якщо пара слів не використовується, то обидва коефіцієнти зав'язків між ними зменшуються, але не менше мінімального значення, яке вказуватиме на семантичний зв'язок цих слів;
4. Якщо пара семантично-зв'язаних слів використовувалася для пошуку, але користувач обрав статтю, яка була в списку нижче за обрану таким чином статтю, то зв'язок від пошукового слова до допоміжного слова зменшується.

Висновок. Основною перевагою семантичних пошукових систем є можливість задавати запити на природній людські мові. Немає необхідності виділяти ключові слова і формулювати запити в зрозумілому для машини вигляді. Запропонований алгоритм дозволяє системі зберігати історію запитів конкретного користувача, і на основі цих даних виводити найбільш очікувані результати в кожному конкретному випадку.

Література. **1.** М. С. Агеев, Б. В. Добров. Метод эффективного расчёт матриц ближайших соседей для полнотекстовых документов. Вестник Санкт-Петербуржского университета. 2011. **2.** Агеев М. С., Добров Б. В., Лукашевич Н. В., Сидоров А. В. экспериментальные алгоритмы поиска/классификации и сравнение с «basic line».Российский семинар по Оценке Методов Информационного Поиска (РОМИП 2004) — Пущино, 2004, стр. 62-89. **3.** Proceedings of the First International Workshop on Semanticenhanced Multimedia Presentation Systems. First international conference on Semantics And digital Media Technology (SAMT), 2006.

Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Оксанич И.Н.
Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, Киев, Украина

Теоретическая и экспериментальная оценка влияния объема подсказки на трудоемкость ввода и идентификации ключевого слова

В настоящее время отсутствуют общепринятые решения относительно объема m порции пошаговой подсказки в интерфейсе пользователя информационно-поисковых систем (ИПС). Так, глобальные ИПС Интернета предлагают решения: $m = 10$ (GOOGLE, YANDEX, RAMDLER, Ukr.net); $m = 4$ (GOOGLE); $m = 5$ (Meta.ua); $m = 7$ (Mail.ru); $m = 8$ (Bing.com) и т.п. Общая зависимость трудоемкости $H(m)$ ввода и идентификации ключевого слова (КС) определяется выражением [1]: $H(m) \approx \tau_1 \overline{v}(m) + \tau_2 \overline{M}(m) + \text{const}$, где $\overline{v}(m)$ - среднее количество введенных символов, $\overline{M}(m)$ - среднее количество просмотренных символов, τ_1 и τ_2 - удельная трудоемкость ввода символа и визуального анализа слова.

Анализ расчетных зависимостей $\overline{v}(m)$, $\overline{M}(m)$, $H(m)$ для значений τ_1 , τ_2, соответствующих неопытному пользователю [2], показывает, что практически независимо от параметров базового словаря относительные значения $\overline{v}(m)$, $\overline{M}(m)$ с ростом m в диапазоне $m = 2 \div 15$ изменяются практически линейно с коэффициентом пропорциональности $-0,0115$ для $\overline{v}(m)$ и $+0,22$ для $\overline{M}(m)$. Значения τ_1 и τ_2 таковы, что относительное значение $H(m)$ растет с ростом m тоже практически линейно с коэффициентом пропорциональности $+0,138$. В табл. 1 приведены выборочные результаты экспериментов с ИПС GOOGLE, подтверждающие приведенные теоретические результаты.

Таблица 1. . Результаты эксперимента с ИПС GOOGLE в сравнении с теоретическими результатами

Значения	$\frac{\overline{v}(10)}{\overline{v}(4)}$		$\frac{\overline{M}(10)}{\overline{M}(4)}$		$\frac{H(10)}{H(4)}$	
	теор.	эксп.	теор.	эксп.	теор.	эксп.
Абсолют.	$\frac{4.30}{4.64}$	$\frac{4.47}{4.8}$	$\frac{37.34}{16.31}$	$\frac{38.7}{17.2}$	$\frac{16.7}{9.28}$	$\frac{16.74}{9.44}$
Относит.	0.93	0.93	2.29	2.25	1.80	1.77

Табл. 2 отражает результаты эксперимента по оценке влияния возможности ускорить завершение процесса идентификации КС за счет попыток использования в подсказке потенциальных смысловых синонимов (режим А) по сравнению с «прямолинейной» стратегией (режим В).

Таблица 2. Обобщенные результаты эксперимента с использованием смысловых синонимов

Кратность КС	$\overline{n}$	Режим	m						$\frac{H(10)}{H(4)}$	$\overline{k}$
			10			4				
			$\overline{v}$	$\overline{M}$	H	$\overline{v}$	$\overline{M}$	H		
1	8.7	A	5.22	44.87	21.24	5.53	21.81	12.35	1.72	3.09
		B	4.84	41.84	19.89	5.16	18.53	10.9	1.82	1.69
2	18.3	A	8.91	83.53	54.25	10.66	41.00	30.14	1.80	3.28
		B	9.25	87.69	56.81	10.65	40.94	30.10	1.88	1.16

Величина $\overline{k}$ представляет собой среднее значение порядкового номера предоставляемого ресурса, удовлетворяющего запрос. Приведенные теоретические результаты и экспериментальные данные могут служить аргументом в пользу выбора меньших значений m.

Литература. **1.** Литвинов В.А. Объем порции пошаговой подсказки и эффективность интерфейса пользователя системы поиска по ключевому слову / В.А. Литвинов, С.Я. Майстренко, И.Н. Оксанич // Математичні машини і системи - 2012. - №3. - С. 81-86. **2.** Оксанич И.Н. Модель декомпозиции ментальных операторов в проблемно-ориентированном интерфейсе пользователя и ее экспериментальное исследование / И.Н. Оксанич // Математичні машини і системи - 2010. - №1. - С. 105-112.

Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Оксанич И.Н.
Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, Киев, Украина

Относительная производительность ускоренного набора ключевого слова с пошаговой подсказкой

В работах [1,2] использованы основные вопросы, связанные с оценкой производительности и выбора параметров интерфейса пользователя поисковой системы с пошаговой подсказкой ключевого слова. Приведенные количественные оценки характеризуют неопытного пользователя, который, как предполагается, после набора каждого символа визуально анализирует очередную страницу (порцию) подсказки. В то же время, функция $p(i)$ пошагового распределения вероятностей успешного завершения процесса подсказки (т.е. обнаружения и идентификации искомого ключевого слова) такова, что значения $p(i)$ для малых i весьма малы. Таким образом, ввод начальных символов ключевого слова привносит относительно малый вклад в общую вероятность успешного завершения процесса. Именно поэтому опытный пользователь предварительно набирает некоторое количество символов (обозначим его через c) в ускоренном режиме, «вслепую», - без просмотра предлагаемой подсказки, и лишь затем обращается к экрану для визуального анализа. Если значение c слишком мало, просматриваются бесполезные порции подсказки, если слишком велико – вводятся лишние символы. Ответ на вопрос об оптимальном значении c дает построение модели, связывающей параметры базового словаря системы подсказки со значениями: среднего суммарного количества введенных символов $\overline{v}(c)$; среднего суммарного количества просмотренных слов подсказки $\overline{M}(c)$; ожидаемой производительности (среднего суммарного времени ввода и идентификации ключевого слова $H(c)$).

Таблица 1. Параметры производительности интерфейса пользователя

N	I_m	$\overline{v},\overline{M},H$	c								
			0	1	2	3	4	5	6	7	8
10^6	4	$\overline{v}(c)$	3.66	3.66	3.66	3.67	4	5	6	7	8
		$\overline{M}(c)$	43.25	33.26	23.45	13.25	3.25	1	1	1	1
		$H(c)$	21.96	17.23	12.59	7.76	3.18	2.52	2.92	3.32	3.72
10^8	5	$\overline{v}(c)$	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	5	6	7	8
		$\overline{M}(c)$	53.25	43.25	33.25	23.27	13.25	3.25	1	1	1
		$H(c)$	27.2	22.45	17.273	13	8.26	3.57	2.92	3.32	3.72

В табл. 1 в качестве примера приведены результаты расчетов модели для базового словаря объемом N слов в алфавите $q = 32$, длиной слова $n = 8$, объемом порции подсказки $m = 10$ слов, коэффициентом результативности поиска $\delta = 1,0$ (исключены случаи отсутствия ключевого слова в словаре). Относительное целочисленное значение c_0 оказывается равным

$$c_0 = I_m + 1 = \log_q \frac{N}{m-1} + 1. \qquad (1)$$

Эксперименты с ИПС GOOGLE показали приемлемое совпадение практических результатов с соответствующими расчетами (для независимо установленного ориентировочного значения N_{GOOGLE})

Литература. 1. Кузьменко Г.Е. Интеллектуализованный интерфейс пользователя информационно-поисковой системы в задаче поиска по ключевому слову (“образцу”) с упреждающей подсказкой / Г.Е. Кузьменко, В.А. Литвинов, С.Я. Майстренко, И.Н. Оксанич // Математичні машини і системи - 2011. - №1. - С. 61-71. **2.** Литвинов В.А. Логико-вероятностная модель пошаговой подсказки в интерфейсе пользователя поисковой системы по ключевому слову / В.А. Литвинов, С.Я. Майстренко, И.Н. Оксанич // Математичні машини і системи - 2011. - №2. - С. 41-49.

Лугова О.Ю. *— рецензент Безносик А.Ю.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Автоматизация документооборота кафедры

Повышение эффективности руководства высшим учебным заведением, в данном случае его частью - кафедрой, во многом зависит от верного и своевременного составления различных видов документации, связанной с обеспечением учебного процесса, так как порядок оформления и ведения документации является одним из важнейших показателей состояния образовательного процесса в ВУЗе. Результаты выполнения образовательным учреждением возложенных на него функций отражаются в нормативных документах, связанных с планированием учебной работы и её контролем, организацией делопроизводства ВУЗа, составлением статистической отчётности [1].

Документация кафедры включает в себя учебные и рабочие учебные планы, распределение нагрузки преподавателей, составление графика загруженности преподавателей и аудиторий, а также другие формы отчётности. Составление данной документации – это трудоёмкий процесс, требующий внимательности и значительных затрат времени. В целях повышения эффективности работы по составлению документации, большая часть которой базируется на одних и тех же исходных данных, целесообразно применение баз данных.

Целью данной работы является разработка единой базы данных кафедры, необходимой для обеспечения учебного процесса и формирования различного рода документов, встречающихся в повседневной деятельности кафедры. Большие объёмы данных и количество исходных документов, их частое изменение или добавление, предполагают развитие и расширение структуры базы данных, наполнение её новой информацией, увеличение спектра выводимых видов документов. Разработку системы следует начинать с проектирования структуры базы данных для формирования учебного и рабочего учебного планов, так как информация, которую содержат данные документы, является исходной для заполнения большинства форм документации.

Таким образом, можно сформировать следующие требования к разрабатываемой системе документооборота кафедры:

1. Гибкость и расширяемость структуры базы данных;
2. Разграничение прав доступа к содержащейся в базе данных информации, как на уровне СУБД (права на запись, чтение и редактирование таблиц), так и на уровне интерфейса пользователя;
3. Обеспечение вывода отчётов в форматах, пригодных для обработки программами, которые используются при составлении документации, связанной с обеспечением учебного процесса (Microsoft Excel);
4. Возможность доступа к базе данных как через веб-интерфейс, так и с помощью локально установленного графического интерфейса пользователя.

В качестве системы управления базами данных была выбрана *Oracle Database*, обладающая рядом преимуществ по сравнению с конкурентами [2]. С целью организации удалённого доступа и удобного графического моделирования структуры базы данных было выбрано программное обеспечение *Oracle JDeveloper*.

Выводы. Разрабатываемая система документооборота кафедры позволяет быстро вносить изменения в формируемые документы, значительно ускоряет процесс создания документации обеспечения учебного процесса, а также, с первых же этапов работы системы, способна формировать необходимый минимальный перечень документов с последующим добавлением функциональности в процессе расширения структуры базы данных.

Литература. **1.** Положення про організацію навчального процесу в НТУУ "КПІ" / Уклад.: Г.Б. Варламов, В.П. Головенкін, В.І. Тимофєєв, В.І. Шеховцов. За заг. ред. Ю.І. Якименко – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004. – 72 с. **2.** Преимущества СУБД Oracle. - Режим доступа: http://oracle.axoft.ru/fordev/advantagesOracle.php – Дата доступа: 01.01.2013. - (название с экрана).

Марковський О.П., Кошель М.О., Губська А.О.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФІОТ, Київ, Україна

Організація захисту операційних систем мобільних пристроїв від несанкціонованого доступу з боку процесів користувачів

Зростання обчислювальних потужностей мобільних пристроїв стимулює розширення спектру задач, що на них реалізуються. Це потребує нового рівня забезпечення безпеки програмного забезпечення мобільних пристроїв. Таким чином, задача підвищення захищеності програмного забезпечення мобільних обчислювальних пристроїв є важливою і актуальною.

Захист операційних систем (ОС) мобільних пристроїв базується на принципі довіри до програмного забезпечення (ПЗ). При надходженні ПЗ до магазину додатків ОС, воно перевіряється на права доступу до системних ресурсів та ресурсів пристрою. Користувач, підтверджує дозвіл на доступ до таких ресурсів при інсталяції ПЗ. Привілеї, що користувач надає ПЗ, створюють можливість неявного доступу до суміжних системних ресурсі. Функції, що дозволяють встановлення стороннього ПЗ присутні в ОС для мобільних пристроїв.

Проведений аналіз показав, що основна небезпека для ОС зумовлена використанням стороннього ПЗ. Виходячи з цього, для підвищення безпеки даних користувачів пропонується застосування спеціального драйверу фільтру системних подій, тобто системних викликів, що ініціюються процесом користувача. Щоб відрізнити стороннє ПЗ від дистрибутивного використано механізм цифрового підпису, що гарантує автентичність системного програмного забезпечення. Це дозволяє ізолювати дані, які потрібно захисти, від групи недовірених процесів (програм), що запущені в непривілейованому режимі.

Проблема недовіри до підписаного процесу, зумовлена потенційною можливістю модифікації тіла програми і виконання певних дій в рамках модифікованого підписаного довіреного процесу. Ця проблема вирішується перевіркою цифрового підпису під час кожного звернення до ресурсу. Оскільки всі файли, що виконуються, за виключенням файлів "сценаріїв" (скриптів), мають ELF (Executable Linkable Format) формат (в системі LINUX, яка була взята за основу), тому можливо створити додаткову секцію, в якій знаходитиметься цифровий підпис. Властивості секції дозволяють її завантаження в пам'ять. Цифровий підпис контролює секції коду та даних, з врахуванням місць релокації.

Секції даних та коду, будь-якого процесу, пропонується відображувати в пам'ять у відповідні сегменти. Після того, як завантаження процесу в пам'ять завершене в ядрі створюється структура, що описує щойно створений процес. Оскільки цифровий підпис завантажується в пам'ять при старті програми, то створена секція входить до сегменту даних, який може бути знайдений з використанням покажчика на структуру.

Таким чином, запропонований підхід забезпечує можливість перевірки цілісності образу програмного коду безпосередньо в пам'яті, а не файлу, що містить цей програмний код. Це забезпечує ефективний захист від шкідливих програм, які, здебільшого представляють свій код у вигляді запакованих архіватором даних (щоб антивірус чи інше програм не забезпечення, що захищає ОС від атак не виявило втручання при звичайній сигнатурній перевірці). В запропонованому способі контролю, при першому ж звертанні програми до системного ресурсу виконується перевірка драйвером фільтром сегментів коду та даних процесу: якщо механізм цифрового підпису виявить некоректність – процесу повертається код помилки. Якщо цифровий підпис коректний, то дія процесу дозволяється.

Проведено статистичне дослідження на 100 програмах, що не входять до офіційного магазину додатків. В 12 % випадків ПЗ намагалось отримати доступ до персональних даних без узгодження з користувачем. При застосуванні розроблено фільтру випадків несанкціонованого доступу зафіксовано не було. Всі несанкціоновані спроби доступу були відхилені, а програмі, що намагалась отримати ресурс повернено повідомлення про помилку (доступ заборонений).

Марченко В.А.
Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України, Київ, Україна

Особливості застосуання криптостійких алгоритмів генерації псевдовипадкових чисел у нерозкривних алгоритмах

Сучасний розвиток технологій в області квантових обчислень призвело до можливості побудови реальних квантових обчислювачів. Поява подібних пристроїв дозволяє отримати нові можливості в області криптографії зокрема криптоаналізу. Відомо [1] що сучасні криптоалгоритми використовують декілька підходів проектуванні це:

- З використанням якої-небудь математичної проблеми (теоретико-системний, теоретико-складний та емпіричний підходи).
- З доказовою криптостойкостью (теоретико-інформаційний підхід).

При розробці алгоритму згідно першого підходу в основу алгоритму закладається деяка математична проблема вирішення якої є NP повною задачею. Таким чином при сучасному рівні розвитку інформаційних технологій, ця задача не може бути вирішена більш ефективним способом ніж застосування методу грубої сили. Переважна більшість сучасних криптоалгоритмів використовують відомі проблеми (факторизація чисел, дискретне логарифмування і т.п.). Поява діючих квантових обчислювачів які можуть ефективно вирішувати зазначені завдання приведе до компрометації використовуваних алгоритмів [2].

Останнім часом активно досліджуються нові напрямки побудови криптографічних алгоритмів стійких до компрометації за допомогою квантових обчислювачів та відповідних алгоритмів. Вирішенням вказаної проблеми є використання алгоритмів з доказовою криптостійкістю для яких існує математичний доказ, що алгоритм абсолютно стійкий при дотриманні ряду заданих умов в незалежності від використовуваних зловмисником ресурсів. До таких алгоритмам відносяться так звані нерозкривні алгоритми. Прикладом такого алгоритму служать одноразові блокноти також відомі як шифр Вернама [3]. Для подібних алгоритмів ключовим аспектом є криптостійкість ключа, що використовується для криптографічних перетворень. В якості умов вимагається що ключ повинен:

- Бути істинно випадковим;
- Збігатися за розміром із заданим відкритим текстом;
- Застосовуватися тільки один раз.

Ці умови значно обмежують область застосування вказаних криптоалгоритмів а також ускладнюють самі генератори ключової послідовності. На практиці, коли необхідно забезпечити шифрування даних між відправником та одержувачем необхідно виконати ряд вимог, які суперечать умовам стійкості ключа. Так використовувані генератори ключовою послідовності повинні генерувати однакову послідовність при цьому вона повинна бути синхронізована між ними. Тому для цих завдань застосовую криптостійкі генератори псевдовипадкових чисел (КГПВЧ). Найчастіше в якості таких КГПВЧ використовують відомі блокові криптоалгоритми, які працюють в режимі лічильника. Що по суті суперечить умовам доказовою криптостійкості для використовуваних ключів, а також не стійкі для нових класів атак направлених на кромпрометацію широковживаних криптоалгоритмів.

Для вирішення поставленої проблеми необхідно додатково використовувати незалежне джерело ентропії. При цьому отримані значення з вказаного джерела повинні застосовуватися виключно у алгоритмі шифрування. Таким чином, це дозіолить використовувати два незалежних джерела ентропії і у разі компрометації КГПВЧ, ускладнить задачу зловмиснуку зкомпрометувати використовуваний алгоритм шифрування.

Література. **1.** Rueppel R.A. Analysis and Design of Stream Ciphers // Springer Communications And Control Engineering Series. – 1986. – 244 p. **2.** Biryukov A., Khovratovich D. Related-Key Cryptanalysis of the Full AES-192 and AES-256 // Lecture Notes in Computer Science Vol. 5912. - 2009. - pp. 1-18. **3.** Vernam G.S. Cipher Printing Telegraph Systems For Secret Wire and Radio Telegraphic Communications // Journal of the IEEE. – 1926. – Vol. 55. – P. 109–115.

Матвієнко Д.В., Солохін С.О. *— рецензент Вунтесмері Ю.В.*
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФЕЛ, Київ, Україна

Динамічно завантажуваний інтерфейс користувача з вбудованими обробниками подій

Вступ. При розробці прикладного програмного забезпечення важливе місце займає програмування графічного інтерфейсу користувача. Для виконання даної задачі існує багато бібліотек елементів інтерфейсу. Найвідомішими є GTK+, Qt, Windows Forms, WPF. До розробки інтерфейсів існує два підходи: імперативний та декларативний. Імперативний підхід не чим не відрізняється від звичайного програмування. Елементи інтерфейсу представляють собою класи з набором атрибутів (наприклад, атрибути, що вказують колір фону, колір шрифту, ширину, висоту позицію на екрані та інші) та набором методів (наприклад, методи Show(), Hide(), Resize() та інші). Окрім того кожен клас має атрибут, що представляє собою колекцію дочірніх елементів. Програмування ітнерфейсу при імперативному підході полягає в створенні екземплярів класів потрібних елементів, заданні значень їх атрибутів та формiванні дерева об'єктів шляхом додання елементу в колекцію дочірніх елементів елемента батька. На вершині цього дерева знаходиться, як правило, об'єкт, що представляє вікно. Декларативний підхід полягає в використанні спеціальних мов розмітки інтерфейсів. Найвідомішими є XUL (XML User Interface Language) [1], Glade (інструмент для розробки інтерфейсів на базі GTK+ і збереженні їх в форматі XML) [2], WasabiXML (мова розмітки, основана на XML, що використовується в прогомах на базі фреймворка Wasab [3], XAML (розширювана мова розмітки програм) [4] та інші. Програмування інтерфейсу при декларативному підході полягає в його описі на тій чиіншій мові, а під час виконання програми з цього опису за допомогою методів сеціального класу (наприклад GtkBuilder в GTK+ [2]) формують дерево об'єктів інтерфейсу. Можна виділити настпні переваги декларативного підходу:

- Можливість чіткого розділення зовнішнього вигляду та поведінки програми від програмної логіки [2].
- Можливість розробки та використання спеціалізованих інструментів для розробки інтерфейсів дизайнером.
- Можливість динамічного завантаження інтерфейсів під час виконання.
- Можливість змінювати зовнішній вигляд програми без необхідності перекомпіляції.

На наш погляд, головною перевагою декларативного підходу є можливість відносно легкої зміни зовнішнього вигляду програми. Про те можливість змінювати лише зовнішній вигляд не завжди є достатньою. Інколи виникає потреба зміни як вигляду так і поведінки. Таку потребу можуть забезпечити інтерпретовані динамічні мови програмування, такі як Ruby, Perl, Tcl, Python. Починаючи з версії 4.0 платформа .NET включає середовище виконання динамічної мови (DLR - Dynamic Language Runtime). Роль DLR полягає в тому, щоб дати можливість різним динамічним мовам працювати з виконуючим середовищем .NET і взаємодіяти з іншим кодом .NET [4]. На базі DLR виконана Open-Source реалізація мови програмування Python - IronPython. IronPython має наступні можливості:

- використання типів .NET.
- використання бібліотек Python.
- наслідування Python - класів від .NET - класів.

Механізм опису інтерфейсу. Ми пропонуємо наступний підхід до опису інтерфейсу: безпосередньо інтерфейс описується за допомогою XAML, обробники подій подаються у вигляді XML файлу з наступним вмістом:

```
<ControlName>
    <EventName>
        ScriptCode
    </EventName>
</ControlName>
```


ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

ControlName представляє собою ім'я елементу інтерфейсу користувача, яке було надане йому в XAML файлі. EventName представляє собою ім'я події. Вмістом елементу EventName є безпосередньо код скрипта. В разі потреби можна описувати скрипт окрем елементом, присвоювати йому ім'я через атрибут Name і потім закріплювати його для обробки подій за допомогою атрибутів. Наприклад:

```
<ControlName EventName = "EventHandler"/>
<EventHandler Name = "EventHandler">
    ScriptCode
</EventHandler>
```

Механізм завантаження інтерфейсу. Для завантаження інтерфейсу описаного запропонованим вище способом можна застусувати наступнипй підхід. В стандартній бібліотеці .NET є клас System.Windows.Markup.XamlReader, що містить набір статичних методів, які з отриманої розмітки XAML формують і повертають відповідне дерево об'єктів. Тому наобхідно написати клас, який буде мати аналогічні методи з додатковим аргуметом для передачі файлу обробників подій. Процес конструювання інтерфейсу буде складатися з наступних кроків:

- Формування дерева об'єктів з XAML за допомогою класу System.Windows.Markup.XamlReader.
- Формування списку делегатів на методи, що виконуватимуть скрипти.
- Додання відповідних делегатів до списку викликів потрібних подій.

Важливим кроком є створення списку делегатів. Для цього потрібно написати класс на одній із .NET мов задача якого інкапсуляція скрипта. Розглянемо декларацію на мові C#:

```
public class ScriptHandler
{
    public ScriptHandler (string ScriptCode);
    public void Handler (object Sender, object EventArg);
}
```

Конструктор ScriptHandler приймає код скрипта у вигляді строки та створює потрібну інфраструктуру для виконання скрипта. Роль метода Handler() полягає в виконанні скрипта. Саме він буде використаний в якості обробника подій. Метод приймає два параметри типу Object. Це дає можливість, завдяки контрваріантності делегатів в .NET (можливість присвоїти делегату метод, тип параметра якого є базовим для типу параметра вказаного при декларації делегата) [6], використовувати його в якості обробника практично для будь-якої події. Присвоєння обробників подій може бути виконане наступним чином:

```
System.Reflection.MethodInfo MI = typeof(ScriptHandler).GetMethod("Handler");
System.Reflection.EventInfo EI = TargetObject.GetType().GetEvent(Event);
Delegate ScriptDelegate = Delegate.CreateDelegate(EI.EventHandlerType,
    ScriptHandler.Instance, MI);
TargetObject.GetType().GetEvent(Event).AddEventHandler(TargetObject,
    ScriptDelegate);
```

TargetObject та Event представляють відповідно об'єкт та ім'я визначеної його класом події для якої виконується просвоєння обробника.

Висновок. Отже, використання мови розмітки XAML та динамічної мови IronPython дає можливість реалізувати динамічно завантажуваний інтерфейс користувача для .NET програм.

Література. **1.** Mozilla Developer network: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/XUL. **2.** Glade Interface Designer: http://glade.gnome.org. **3.** User interface markup language: http://en.wikipedia.org/wiki/User_interface_markup_language. **4.** Троелсен Э, Язык программирования C# 2010 и платформа .NET 4.0, 5-е изд.: Пер. с англ. - М. : ООО "И.Д. Вильямс", 2011 **5.** Документація Microsoft: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms752059.aspx. **6.** Шилдт Г. C# 4.0: полное руководство.: Пер. с англ. - М. : ООО "И.Д. Вильямс", 2011

***Мегрелишвили Р.П.*[1], *Шенгелия С.В.*[2]**
[1] *Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили, Тбилиси, Грузия;* [2] *Сухумский государственный университет, Тбилиси, Грузия*

Оригинальная матричная однонаправленная функция и вопросы ее реализации

Целью настоящей работы является обоснование и реализация нового оригинального быстродействующего матричного алгоритма обмена ключами по открытому каналу. Достижение заданной цели, очевидно, связано с существующими глобальными проблемами, так как в настоящее время нет действующих ассиметричных криптогрофических систем, которые одновременно выполняли бы обе задачи: осуществляли обмен ключами по открытому каналу (без применения закрытого канала) и обладали бы таким же высоким быстродействием, как у существующих симметричных систем. Причина полностью кроется в самой однонаправленной функции, на основании которой реализуется предлагаемый нами алгоритм обмена ключами по открытому каналу. Из вышесказанного следует вся сложность и важность построения и обоснования новой оригинальной однонаправленной матричной функции и алгоритмов, исследуемых в настоящей работе.

Первые работы, например [1,3], были выполнены по выявлению свойств внутриматричной рекурсии, обоснованию самой однонаправленной функции и для проведения работ по сравнению с агоритмом Диффи–Хеллмана [4]. Сравнения показывают очевидное превосходство нашей матричной однонаправленной функции (по быстродействию) сравнительно с функцией, применимой в работе [4]. Кроме этого, становится очевидным, что наш алгоритм обмена ключами по открытому каналу имеет такое же быстродействие, которое имеют симметричные криптосистемы. Оригинальная матричная однонаправленная функция имеет следующий вид:

$$vA = u, \tag{1}$$

где $A \in \widehat{A}$ – $n \times n$ матрица, а $\widehat{A}$ – множество матриц высокого порядка, содержащих матрицу A. Векторы v, u, из векторного пространства V_n, открыты, а матрица A является секретной и свободна от рекурсии (заметим, что для простоты, $\widehat{A}$ и V_n рассматриваются над полем Галуа GF (2)). Как для алгоритма Диффи–Хеллмана необходима генерация простых чисел p высокого порядка, так и для нашего алгоритма необходимо построение множества коммутативных матриц $\widehat{A}$ высокого порядка. Построение подобного класса матриц является задачей, представляющей значительный самостоятельный интерес. Так например, в работе [5], проводимой независимо от работ, предлагаемых в виде новой матричной функции, получен классматриц, необходимый для имплементации предлагаемого нами алгоритма.

В настоящей работе рассмотрен другой метод построения класса коммутативных матриц $\widehat{A}$. В начале рассмотрения скажем, что к построению излагаемого метода привело рассмотрение совершенно иной задачи. Предположим, что рассматривается задача определения примитивности элементов $(1+\alpha)$ в поле GF (2^n) по модулю циклического неприводимого многочлена $p(x) = 1 + x + \cdots + x^n$, где $p(\alpha) = 0$.

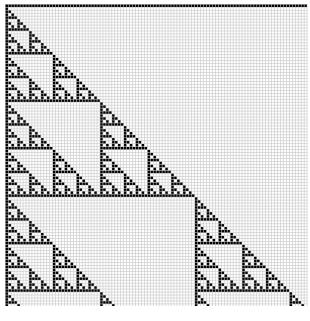


Рис. 1. Полная фрактальная структура

Тогда, значения j-тых степеней элемента $(1+\alpha)$, при условии, что $j < n$, образуют последовательность степеней элемента $(1+\alpha)$ с соответствующими элементами поля и векторами из V_n над полем GF (2). Таким образом, мы приходим к хорошо известному треугольнику Серпинского со своим фрактальным разложением (т.е. получено новое математическое структурное описание известного треугольника). Предположим, что данной структуре добавляется единичная строка в качестве первой строки, тогда получается структура, именуемая нами “Полной фрактальной структурой” (см. Рис. 1). Нормальной $n \times n$ матричной структурой мы называем матрицу, образованную из первых $n \times n$ элементов, т.е. из первых n строк и первых n столбцов; напри-

мер, нормальные матричные структуры размерности $n = 2, 3, 4, \ldots$, полученные из полной фрактальной структуры, имеют вид:

$$A_1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad A_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad A_3 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \ldots . \tag{2}$$

Результаты вычислений для матриц (2) привведены в Таблице 1 (весьма примечательно, что они полностью совпадают с результатами [5] и с другими результатами, полученными, очевидно, различными методами).

Таблица 1. Результаты вычисления порядков e для исходных нормальных $n \times n$ матриц.

n	e	n	e	n	e	n	e	n	e	n	e
1	2^1-1	18	87381	**35**	$2^{35}-1$	52	$2^{12}-1$	**69**	$2^{69}-1$	**86**	$2^{86}-1$
2	2^2-1	19	$2^{12}-1$	36	2^9-1	**53**	$2^{53}-1$	70	$2^{46}-1$	87	$2^{81}-1$
3	2^3-1	20	$2^{10}-1$	37	$2^{20}-1$	54	$2^{18}-1$	71	$2^{60}-1$	88	$2^{29}-1$
4	2^3-1	21	2^7-1	38	$2^{30}-1$	55	$2^{36}-1$	72	$2^{14}-1$	**89**	$2^{89}-1$
5	2^5-1	22	$2^{12}-1$	**39**	$2^{39}-1$	56	$2^{14}-1$	73	$2^{42}-1$	**90**	$2^{90}-1$
6	2^6-1	**23**	$2^{23}-1$	40	$2^{27}-1$	57	$2^{44}-1$	**74**	$2^{74}-1$	91	$2^{60}-1$
7	2^4-1	24	$2^{21}-1$	**41**	$2^{41}-1$	58	$2^{12}-1$	75	$2^{15}-1$	92	$2^{18}-1$
8	2^4-1	25	2^8-1	42	2^8-1	59	$2^{24}-1$	76	$2^{24}-1$	93	$2^{40}-1$
9	2^9-1	**26**	$2^{26}-1$	43	$2^{28}-1$	60	$2^{55}-1$	77	$2^{20}-1$	94	$2^{18}-1$
10	2^6-1	27	$2^{20}-1$	44	$2^{11}-1$	61	$2^{20}-1$	78	$2^{26}-1$	95	$2^{95}-1$
11	$2^{11}-1$	28	2^9-1	45	$2^{12}-1$	62	$2^{50}-1$	79	$2^{52}-1$	96	$2^{48}-1$
12	$2^{10}-1$	**29**	$2^{29}-1$	46	$2^{10}-1$	63	2^7-1	80	$2^{33}-1$	97	$2^{12}-1$
13	2^9-1	**30**	$2^{30}-1$	47	$2^{36}-1$	64	2^7-1	**81**	$2^{81}-1$	**98**	$2^{98}-1$
14	$2^{14}-1$	31	2^6-1	48	$2^{24}-1$	**65**	$2^{65}-1$	82	$2^{20}-1$	**99**	$2^{99}-1$
15	2^5-1	32	2^6-1	49	$2^{15}-1$	66	$2^{18}-1$	**83**	$2^{83}-1$	100	$2^{33}-1$
16	2^5-1	**33**	$2^{33}-1$	**50**	$2^{50}-1$	67	$2^{36}-1$	84	$2^{78}-1$	101	$2^{84}-1$
17	$2^{12}-1$	34	$2^{22}-1$	**51**	$2^{51}-1$	68	$2^{34}-1$	85	2^9-1	102	$2^{10}-1$

Литература. **1.** R. Megrelishvili, M. Chelidze, and K. Chelidze, On the construction of secret and public-key cryptosystems. *I. Javakhishvili Tbilisi State University I. Vekua Institute of Applied Mathematics, Applied Mathematics,Informatics and Mechanics, AMIM* **11** (2006), No. 2, 29–36. **2.** R. Megrelishvili and A. Sikharulidze, New matrix-set generation and the cryptosystems. *Proceedings of the European Computing conference and 3rd International Conference on Computational Intelligence* (Tbilisi, Georgia, June 26–28), 2009, pp. 253–256. **3.** R. Megrelishvili, M. Chelidze, and G. Besiashvili, Investigation of new matrix-key function for the public cryptosystems. *The Third International Conference "Problems of Cybernetics and Information"* (September 6–8, 2010, Baku, Azerbaijan), *Section No. 1, "Information and Communication Technologies"*, 2010, pp. 75–78. **4.** W. Diffie and M. E. Hellman, New Directions in Cryptography. *IEEE Transactions on Information Theory* **IT-22** (1976), No. 6, 644–654. **5.** А. Я. Белецкий, Д. А. Стеценко, Порядок абелевых циклических групп, порождаемых обобщенными преобразования Грея. *Электроника и системы управления сигналов*, **1(23)** (2010), 5–11.

***Мелешко В.В.*[1], *Романов В.В.*[2]**

[1] *Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", ПСФ, Киев, Украина;* [2] *Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина*

Измеритель профиля позвоночника

Важнейшей характеристикой для диагностирования, контроля за лечением является профиль (кривизна) позвоночника, измеряемый в двух плоскостях: саггитальной и фронтальной. Саггитальная плоскость вертикальна и соответствует плоскости симметрии тела человека. Фронтальная плоскость также вертикальна и перпендикулярна саггитальной плоскости.

Рассматриваемый измеритель является, по существу, одометрической миниатюрной системой ориентации. В чувствительном элементе (ЧЭ) установлены в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (осях чувствительности) 2 двухосных акселерометра и счетчик пройденного по позвоночнику пути., аналогичный счетчику компьютерной "мыши". Сигналы чувствительного элемента через плату аналого-цифрового многоканального преобразователя (АЦП) поступают в компьютер, где обрабатываются для получения информации в требуемом визуальном и числовом виде.

Измеритель состоит из чувствительного элемента , компьютера с платой аналого-цифрового преобразования электрических сигналов чувствительного элемента, блока питания и электроники, программного обеспечения для управления процессом измерений и обработки информации [1].

Рис. 1. Блок электроники (слева) и чувствительный элемент

Конструктивно чувствительный элемент выполнен в виде 4-колесной тележки (рис.1) с установленным на ней корпусом. Первый акселерометр установлен так, что его оси чувствительности находятся в саггитальной плоскости, второй - во фронтальной плоскости. Угол наклона в саггитальной плоскости соответствует наклону человека вперед, угол наклона во фронтальной плоскости соответствует наклону человека влево.

Счетчик пройденного пути имеет растровое колесо с оптоэлектронной парой и электронный счетчик импульсов. В качестве корпуса ЧЭ использован корпус стандартной компьютерной «мыши». Определение радиуса кривизны заданного участка производится по 3 выбранным точкам профиля как точкам окружности. Оператор щелкает мышью на интересующих его точках и программа вычисляет радиус окружности, проходящей через эти точки. Координаты точек и радиус появляются в соответствующих окнах (рис.2).

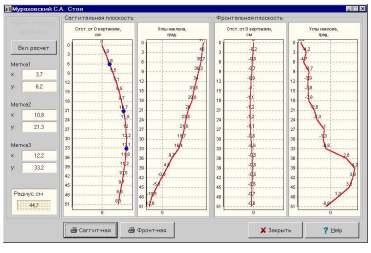


Рис. 2

Литература. 1. Мелешко В.В., Романов В.В. Характеристики измерителя профиля позвоночника. X Международная НТК "Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии" ФРЭМЭ-2012, Россия, Владимир-Суздаль, 27-29 июня 2012г.

Можаровский В.Н., Рубец А.В.
Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Проблемы администрирования сети приемной комиссии НТУУ "КПИ"

Работа приемной комиссии НТУУ "КПИ" (ПК) на этапе обработки заявлений абитуриентов требует от операторов ввода информации в режиме реального времени как в локальную базу данных ПК, так и в единую государственную электронную базу по вопросам образования (укр. ЄДЕБО). Это накладывает жесткие требования к программному обеспечению и сетевому оборудованию.

В процессе работы ПК в последние годы был выявлен ряд недостатков, как организационного плана [1], так и технического плана, связанных с сетевым взаимодействием, что привело к значительным потерям времени и нарушениям порядка функционирования работы ПК.

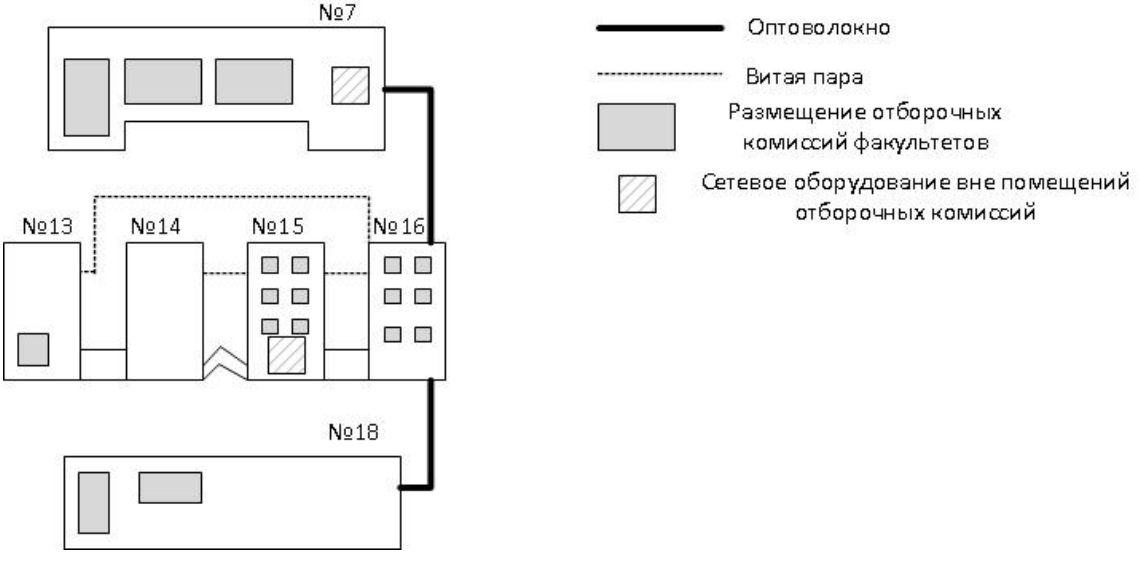


Рис. 1. Схема сети ПК

К организационным вопросам следует отнести недостатки размещения сетевого оборудования вне помещений ПК и децентрализацию помещений отборочных комиссий (ОК) факультетов (рис. 1). К недостаткам технического плана относятся:

- проблемы статического выделения адресного пространства для ОК факультетов;
- несовместимость программного и аппаратного обеспечения;
- отсутствие прямого доступа к БД предыдущих отборочных компаний;
- проблемы технического оснащения отборочных комиссий.

Выводы. Ряд возникших проблем удалось решить путем установки виртуальных машин [2] на серверах ПК. Однако для эффективной работы ПК данных мер недостаточно и требуется как пересмотр инфраструктуры сети, так и улучшение технического оснащения отборочных комиссий.

Литература. **1.** Положення про організацію роботи відбіркових комісій НТУУ "КПИ". – Режим доступа: http://document.kpi.ua. **2.** VMware Virtualization Software. – Режим доступа: http://www.vmware.com

Найдьонов І.М. *— рецензент Павлов В.А.*
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ММІФ, Київ, Україна

Попередня оцінка корисності ознак в задачах моделювання при великих розмірностях

На сьогоднішній день, не дивлячись на значні обчислювальні потужності, на практиці проблема великої розмірності даних ще не може ігноруватись. Стикаючись із задачами, розмірність даних яких перевищує декілька тисяч ознак, доводиться визнати, що більшість інструментів моделювання не здатна виконати обчислення за прийнятний час. Виходячи з цього, постає задача розроблення інструменту попередньої оцінки корисності змінних.

Оцінка корисності проводиться низкою критеріїв, кожен з яких формує свій частинний список найбільш корисних за цим критерієм змінних. Після цього списки зливаються в один на основі заданої бажаної довжини результуючого списку та квот кожного із частинних списків. Така схема дозволяє в більший чи меншій мірі використовувати різні критерії в залежності від того, який інструмент моделювання використовується.

Програма може працювати в двох режимах: неперервному і покроковому. В неперервному режимі всі критерії застосовуються разом, аналітик бере участь тільки в первинному налаштуванні параметрів. У покроковому режимі виконання програми можна призупинити, застосувати лише один критерій або навіть одну ітерацію обрахунку (якщо критерій виконується за декілька ітерацій). Це дає змогу аналітику не тільки побачити, в який етап і за яких значень критеріїв змінні були додані у результуючий список, а ще й втрутитися в роботу програми, додавши чи вилучивши деякі змінні з частинних списків в інтервал між ітераціями.

На даний момент програма підтримує 2 основні критерії з різноманітними налаштуваннями:

1. Кореляційний критерій оцінює корисність змінних на підставі коефіцієнту кореляці ївихідних змінних з вхідною $k_i = r_{X_iY}$. Додатково запропоновано різновид цього критерію, що дає змогу вимірювати кореляцію не тільки з вихідною, а й урахуванням мінімума кореляцій з уже включеними в список змінними. В такому випадку критерій набуває вигляду $k_i = \frac{\alpha r_{X_iY} + \beta\left(1 - \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} r_{X_iX_j}\right)}{\alpha+\beta}$, де α і β – балансові коефіцієнти. Вони можуть приймати різні значення на різних ітераціях відбору.
2. Дискримінаційний критерій оцінює корисність ознаки відповідно до здатності розділяти класи вихідної змінної. Пропонується застосовувати 2 типи цього критерію: одновимірна дискримінація типу A і одновимірна дискримінація типу AB. Тип A представляє собою оцінку дискримінаційної здатності змінної за допомогою одного параметра, тобто $x < A$ належить до класу 1, а $x \geqslant A$ до класу 2. Тип AB – оцінка за допомогою двох параметрів, тобто $A \leqslant x \leqslant B$ належить до класу 1, а $x < A \cup x > B$ до класу 2.
   Алгоритм визначає порогові значення, що найліпше розділяють вихідні класи, а потім якість класифікації оцінюється за формулою $k_i = \alpha\frac{TP}{TP+FN} + \beta\frac{TN}{TN+FP} + \gamma\frac{TP}{TP+FP} + \delta\frac{TN}{TN+FN}$, де α, β, γ та δ – балансові коефіцієнти, TP і TN – істинно позитивні і істинно негативні класи, тобто правильно класифіковані, FP і FN – помилково класифіковані як позитивний і негативний класи. [1] Пропонується опція, яка дозволить включати певний відсоток змінних, спираючись на точність лише на тих точках, що раніше найбільш часто були розпізнані неправильно.

Висновок. Запропонована програма здатна достатньо скоротити розмірність даних, щоб їх можна було використовувати в програмі моделювання. Тим не менше роль оператора в цій роботі дуже важлива, оскільки не можна остаточно гарантувати ефективність зазначених критеріїв для різних інструментів моделювання.

Література. 1. Кондрашова Н. В. Решение задачи медицинской диагностики линейным дискриминантным анализом и МГУА / Н. В. Кондрашова, В. А. Павлов, А. В. Павлов // Усим. — 2013. — № 2.

Найдьонов І.М. *— рецензент Григоровська Л.В.*
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ММІФ, Київ, Україна

Підтримка процесу запам'ятовування за допомогою програми для електронної книги

Постановка проблеми. Проблема ефективності пам'яті завжди була актуальною для людства, спонукала до створення нових методів, алгоритмів і засобів запам'ятовування від зав'язування вузликів до сучасних програмних засобів. З появою і розповсюдженням нового типу мобільних пристроїв – електронних книжок, стає актуальною необхідність розробки програми для полегшення запам'ятовування матеріалу безпосередньо з цього пристрою.

Можливості програми. МЕМОРУМ – програма, призначена для оптимізації процесу запам'ятовування великого обсягу інформації, в першу чергу, іншомовної лексики, за допомогою віртуальних карток із матеріалом на її сторонах. Можна також запам'ятовувати терміни, дати, математичні формули тощо.

Програма побудована на основі сучасних досягнень психології пам'яті, використовує оптимальні алгоритми заучування і забезпечення довготривалого зберігання матеріалу в пам'яті. МЕМОРУМ дає можливість оперувати електронним аналогом наборів карток. Програма може бути корисною всім учням або студентам, які прагнуть ефективно витрачати час і справді надійно запам'ятовувати.

Порівняння з аналогами. Зрозуміло, що МЕМОРУМ не єдина програма такого роду, існує багато аналогів. Більшість з них розроблено для роботи на персональному комп'ютері, але деякі, наприклад, *LearnWords*, призначені для мобільних телефонів або інших мобільних пристроїв. Використання мобільного пристрою несе багато переваг, оскільки можна займатися навчанням у будь-який вільний момент часу. До того ж, саме електронна книжка на електронних чорнилах менше шкодить зору, ніж інші типи екранів. Якщо ж порівнювати з програмами для ПК то можна помітити, що мобільний пристрій має обмежені ресурси, тому не всі можливості цих програм можуть бути перенесені на книжку. Так зокрема немає можливості зробити картки зі звуковими файлами на кожні із сторін, як це можна в *Mnemosyne*; складно реалізувати спільну базу карток, з розрахунком часу інтервалу повторення для кожної картки окремо, як в *Anki*. Крім того програмна бібліотека, яка пропонується для розроблення сторонніх програм для електронної книги, не дозволяє зробити нагадування про необхідність повторити вивчене, доки програма не буде запущена, на відміну від, наприклад, програми *Lingvo Tutor*. У якості переваг програми МЕМОРУМ можна зазначити, що на відміну від більшості програм для запам'ятовування, в цій програмі можна вивчати не тільки лексику, а й будь-які інші матеріали, які внесені на картки.

Алгоритм повторень на основі законів пам'яті. Програма використовує алгоритм повторень, що підтвердив свою ефективність і в наукових дослідженнях, і в практиці вивчення іноземних мов. Він побудований на основі методу під назвою інтервальні повторювання (spaced repetition), що вперше був описаний англійським професором С. А. Мэйсом [1] в 1932 році, а його модифікації сьогодні активно використовуються в педагогічній практиці. Суть методу в тому, що набагато ефективніше розподілено повторювати матеріал протягом кількох наступних днів, замість ударного разового зубріння один-два рази на тиждень. При цьому ефективність навчання можна підсилити, повторюючи пройдене через поступово зростаючі інтервали часу, тим самим звільняючи сили для заучування нового матеріалу [2].

Висновки. Виходячи зі статистики обговорення програми на форумі можна зробити висновок що програма популярна і активно використовується. Досвід підтверджує, що постійні збої у програми відсутні, отже алгоритми програмування вдало реалізовані.

Література. **1.** Mace, C. A. The psychology of study / C. A. Mace. – London : Methuen & Co. Ltd., 1932. **2.** Bbot. Что такое spaced repetition? [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://bbot.livejournal.com/70467.html від 03.03.2009

Начос Е.Н. *— рецензент Киселев Г.Д.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Программное обеспечение виртуальных обсерваторий

Стремительное развитие астрономических исследований при помощи наземных и космических телескопов в последние десятилетия поставило перед международным научным сообществом задачу разработки новых информационных технологий, которые позволят быстро и по единому стандарту обрабатывать петабайтные массивы данных и обеспечивать открытый доступ к центрам этих данных. Одним из решений по управлению астроинформационными ресурсами стала разработка несколькими странами концепции астрономической виртуальной обсерватории как совокупности удобных программных средств для работы с разнородными базами данных(Astrogrid, SkyView, SIMBAD и др.).

Традиционная парадигма открытий астрономических объектов подразумевает изобретение, создание и использование новых телескопов и наблюдательных методов. Виртуальная обсерватория позволяет видоизменить эту концепцию, поскольку для новых открытий используются существующие данные из архивов и каталогов. Основная же трудность подобного подхода заключается в том, что объем публикуемых данных начинает существенно превосходить возможности их обработки любыми стандартными методами.

Например, SkyView [1] является виртуальной обсерваторией свободного доступа в сети для генерации картинки из любой части неба на длине волны во всех режимах от радио до гамма-лучей. С помощью данной программы можно получить доступ к части неба, которая еще не исследовалась. Для этого нужно создать запрос в специальной форме на необходимый участок. Интерактивное программное обеспечение Aladin [2] позволяет пользователю просматривать оцифрованные астрономические изображения, накладывать записи из астрономических каталогов и баз данных, а также интерактивного доступа к данным и информации из баз данных Simbad, VizieR службы и других архивов. Программа Aladin доступна в трех режимах: приложение Java Автономное, апплетов Java и простой просмотрщик. Некоторые версии распространяется под лицензией GPL v3.

Создание астрономической виртуальной обсерватории – это длительный процесс, требующий комплексной работы как по упорядочиванию данных, полученных в прошлом, так и разработки стандартов для архивирования будущих данных. После нескольких лет интенсивного технологического развития ресурсы существующих виртуальных обсерватории достигли уровня зрелости, достаточного для их каждодневного использования в научных исследованиях. Примером эффективного использования ВО стало открытие коричневых карликов в совместном исследовании обзоров 2MASS и SDSS [3] с последующим подтверждением их природы спектроскопическими наблюдениями на телескопе Keck. Другим примером служит работа [4] об анализаторе SED (Spectral Energy Distribution, распределение энергии в спектре).

Появление ВО привело к тому, что результаты наблюдений быстро становятся открытыми для всего научного сообщества. Используя одну из многих программ, можно получить доступ к снимкам неба, которые были сделаны в различных режимах с помощью специального астрономического оборудования. Это все очень важно, так как не только повышает эффективность работы, но и дает уверенность в достоверности результатов, так как результаты могут быть легко перепроверены независимыми конкурирующими группами.

Литература. **1.** http://aladin.u-strasbg.fr/. **2.** http://skyview.gsfc.nasa.gov/.. **3.** Berriman B. et al. IAU JD 8. Large Telescopes and Virtual Observatory, 2003. – P. 60. **4.** Bayo A. // AA. – 2008. – V. 492. – P.277.

Овчарик И.И., Лескин В.Ф.
Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Высокочастотный светодиодный драйвер с крутыми фронтами выходного сигнала

Последние достижения в области оптической электроники демонстрируют большой потенциал использования устройств, которые управляются движениями предметов или человека, например Smart TV. Все большую популярность набирают видеоигры, управление в которых происходит с помощью движений рук или ног.

Важной задачей в производстве оптических устройств является разработка адаптированных под изделие средств формирования опорных источников света со специфическими характеристиками для автоматизированного тесирования изделий в процессе производства. К сожалению, такие устройства отсутствуют на рынке, поэтому часто производитель сам изготовляет их. Например, для тестирования изделий, разрабатываемых компанией "Мелексис", требуются высокочастотные светодиодные драйверы с крутыми фронтами выходного сигнала.

Драйвер светодиодов – это электронное устройство (схема), которое постоянно регулирует мощность светодиода. Драйверы делают таким образом, чтобы они имели стабильный сигнал на выходе схемы, который не зависит от внешних факторов, таких как температура, влажность, наличие внешнего магнитного поля.

Как правило, для высокочастотных драйверов используют схему на операционном усилителе [1]. Такие схемы используют, если к драйверу не имеется высоких требований для крутизны фронтов. Для увеличения крутизны фронтов необходимо добавить схему акселератора, с помощью которой можно существенно уменьшить время нарастания и убывания выходного сигнала. Блок-схема такого решения представлена на Рис. 1.:

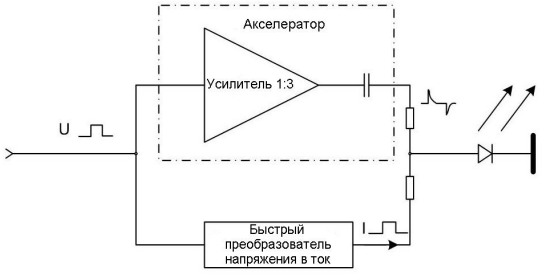


Рис. 1. Блок-схема драйвера высокочастотного сигнала

С помощью такого подхода можно достичь значений времени нарастания и убывания сигнала в 5 нс, что необходимо для тестирования современных оптический устройств. Драйвер дополняется платой управления, что делает его полноценным прибором для автоматического тестирования.

Управление источником света производится от базового тестера типа XTA через последовательный интерфейс RS-232 посредством специально разработанной системы команд. Устройство автоматически калибруется внешним измерителем оптической мощности, а также стабилизирует выходную оптическую мощность при изменении температуры прибора или с деградацией светодиода.

Благодоря разработанному высокочастотную светодиодному драйверу становится возможным автоматическое тестирование современных оптических приборов, что позволяет электронике развиваться быстрыми темпами.

Литература. 1. П. Хоровиц, У. Хилл. Исскуство схемотехники. – М.: Мир, 1998.

Панков И.Ю. *— рецензент Финогенов А.Д.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Система контроля данных в процессе прохождения «волн» для отборочной комиссии ВУЗа

Процесс поступления абитуриентов в высшее учебное заведение является многоэтапным и достаточно сложным процессом. На самом деле, процесс поступления зависит как от решений принимаемых абитуриентом, так и от оперативности получении им информации о его местоположении в рейтинге, при каждом формировании списка рекомендованных к зачислению ("волн").

Разрабатываемая система контроля данных в процессе прохождения «волн» позволяет упростить процесс получения оперативной информации членами отборочных комиссий и информирования непосредственно абитуриентов об их положении в рейтинговом списке. Входными данными системы является открытая информация об абитуриентах, получаемая из автоматических систем учета, например из АС «Приемная комиссия».

Функционально система обеспечивает следующие возможности:

- базовые операции
  - импорт информации об абитуриентах;
  - режимы сортировок;
  - отображение информации о нахождении персоны в списках на разные специальности в пределах факультета;
- работа с категориями, которая обеспечивает динамический вывод информации для максимального упрощения процесса анализа
  - создание динамических категорий;
  - разделение персон по категориям;
  - подсветка или скрытие отдельных категорий;
- формирование данных в виде, необходимом для блока автоматического проставления рекомендаций;
- отображение результатов его работы.

Система учитывает особенности приема абитуриентов в НТУУ КПИ с учетом приоритетности направлений.

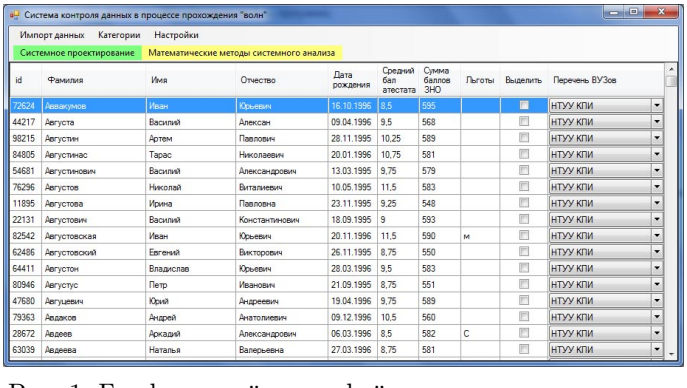


Рис. 1. Графический интерфейс пользователя системы

Выводы. Данная система призвана повысить эффективность работы приемной комиссии на этапах выдачи рекомендаций и зачисления абитуриентов, а также позволяет обеспечить отборочную комиссию оперативной информацией.

Литература. **1.** Правила приема в Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» в 2013 году: http://kpi.ua/rule.

Повісенко С.В., Гузієнко І.В. *— рецензент Ладогубець Т.С.*
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФПМ, Київ, Україна

Алгоритм покращення розпізнавання зв'язного мовлення

Основною проблемою при розпізнаванні тексту є неоднозначність - деякі послідовності символів можуть бути розпізнані по-різному. Кількість варіантів може бути високою за рахунок того, що різним буквам відповідають схожі фонеми, а також часто, при мовленні, паузи між словами можуть бути недостатньо великими, що ускладнює визначення меж слів.

Для розпізнавання мови розроблено багато алгоритмів і створено відповідне програмне забезпечення. Найпоширенішим є метод прихованих марковських моделей (ПММ). Програмним забезпеченням, що реалізує його, називається HTK [1]. Для роботи з HTK потрібно сформувати навчальну вибірку з еталонних слів - записів їх звучання і транскрипцій, а також сформувати граматику мови, тобто вказати, які послідовності слів є допустимими. Як показує практика, HTK виконує аналіз з достатньо високою точністю. Але є ряд ситуацій, які обробляються ним некоректно. Найчастіше проблеми виникають через недостатню довжину пауз між словами (при достатньо швидкій вимові). Але і у випадку середнього темпу мовлення виникають проблеми при аналізі конструкцій, що являють собою об'єднання прийменника чи сполучника з якимось іншим словом. Як правило в таких ситуаціях пауза між словами відчутно менша, ніж між звичайними словами. В таких ситуаціях програмний комплекс HTK працює недостатньо ефективно, і часто об'єднує сполучник чи прислівник з початком наступного слова. При цьому дане слово обробляється некоректно, від нього навіть може бути відокремлена якась частина, що в вихідному розборі буде відображена як якесь інше слово.

Попередити таку ситуацію на етапі аналізу з допомогою ПММ майже неможливо. Для цього доведеться побудувати всі можливі підпослідовності, що відповідають парі „прислівник + іменник/прикметник", і всі підпослідовності, що відповідають парі „слово + слово", виділити з другої множини всі послідовності, схожі на послідовності з першої множини, і побудувати граматику, що виключатиме появу таких послідовностей. Такий підхід є працездатним, оскільки поява змістовних комбінацій слів в множині, що виключається, дуже малоімовірна. Але він є складним в реалізації, особливо на етапі побудови граматики. Значно простіше виправити помилки такого роду на етапі препроцесингу, після того, як отримається результат роботи HTK. Оскільки немає гарантії правильності для жодного з участків тексту, доводиться перевіряти їх всі послідовно. Можна відкинути завідомо правильні участки - такі, які не починаються з підпослідовності, схожої на якийсь з прислівників.

Після виділення поточного участку тексту і перевірки того, що він не може містити „склеєний" сполучник/прийменник, потрібно спробувати альтернативний варіант аналізу участку. Для цього, насамперед, з участку тексту видаляється потенційний „склеєний" сполучник/прийменник, а потім робиться спроба ідентифікувати те, що залишилось, як якесь інше слово. У випадку, якщо та частина, що залишилась, достатньо коротка, є зміст розглянути два варіанта:

- сполучник/прийменник „склеївся" зі словом, що слідувало за ним (простий варіант);
- сполучник/прийменник „склеївся" з першою половиною слова, а друга половина слова була виокремлена як інше слово.

У другому випадку слід об'єднати поточне слово з тим, що слідує за ним, і спробувати знайти схожість за отриманою комбінацією. Визначення схожості звучання відбувається з допомогою алгоритму Metaphone [2].

Як бачимо, запропонований алгоритм є ефективним та дієвим для вирішення поставленої задачі. Після його реалізації, ми реально збільшуємо процент коректно розпізнаних слів.

Література. **1.** Steve J. The HTK Book Version 3.4 /Steve J., Young, D. Kershaw, J. Odell, D. Ollason, V. Valtchev, and P. Woodland — Cambridge University Press, 2006. — 375p. **2.** Metaphone [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Metaphone

***Позднякова А.В.*[1], *Шеер В.А.*[1], *Куприянов Ю.В.*[1], *Таратухин В.В.*[1,2]**
[1] *Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", Москва, Россия;*
[2] *ERCIS, Мюнстер, Германия*

Подходы применения методологии BPM в корпоративной среде

Социальный BPM стал предметом острых дискуссий в академических и бизнес кругах, подсчитано, что уже 59% компаний освоили Twitter, а 60% Facebook в целях совершенствования своей работы. Хотя интерес к данной теме растет, преимущества, и потенциал социального BPM остаются неоднозначными [2]. Известно, что технология Web 2.0 помогает компаниям разрабатывать, развивать и использовать знания лучшим образом. [4][15] В данной работе будет рассмотрена проблема того, какие преимущества даст BPM использование социальных медиа как вариантов применения технологии Web 2. 0.

Цель данной работы заключается в описании двух разных подходов применения Web 2.0 к BPM в компании, что известно как социальный BPM, а также в исследовании специфики их использования на развивающихся рынках (на примере России). Задачи, поставленные в исследовании, были следующими:

- Определить и описать два подхода применения социального BPM;
- Выделить их слабые и сильные стороны;
- Исследовать проблему распространения и применения социального BPM в России; На основе анализа ключевых публикаций в области управления бизнес-процессами и социальных сервисов было выделено два подхода применения Social BPM: внутренний и внешний.

Анализ подходов. Внутренний подход говорит о том, что моделирование бизнес-процессов должно происходить внутри компании всеми сотрудникам, которые вовлечены в эти процессы. Методы внутреннего подхода могут быть положены в основу создания корпоративного приложения [1][12][13][14], которое совмещает социальные инструменты и BPM-систему [2]. Внешний подход предполагает вовлечение третьих сторон в процесс моделирования. Социальные сети представляют собой самый быстрый и дешевый инструмент для анализа предпочтений потребителей и повышения их лояльности. [18] Множество информации может быть найдено в социальных сетях, обработка которой с использованием интеллектуального анализа данных позволяет применить ее для изменения бизнес-процессов компании, в части взаимодействия с клиентами, качества предоставляемого сервиса и т.п. [5] Подобные меры помогут компании остаться конкурентоспособной и повысить лояльность потребителей. Подходы представленные выше были сравнены по следующим критериям: функциональность, доверие, простота в использовании, простота внедрения и контроль, с целью выяснения эффективности их применения в компании. Критерии были выделены авторами работы исходя из проведенного анализа первоисточников. В итоге было установлено, что у обоих походов есть свои сильные и слабые стороны. На основе этого был сделан вывод, что лучше всего использовать их одновременно, так как они дополняют друг друга.

Social BPM в России. Говоря о теме социального BPM, можно сказать, что в России пока существуют больше идеи и концепции, чем работающие программные комплексы или иные технические реализации [19]. Однако можно наблюдать некоторые социальные функциональности, используемые в различных системах компаний. Без сомнения, во многих российских компаниях существуют собственные самодельные социальные сети, которые встроены в информационные системы. Информации о подобных корпоративных решениях не так много и она вся закрыта. Поэтому авторы рассмотрели систему, внедренную в их университете, Высшей Школе Экономики, а именно: «Информационную образовательную среду НИУ ВШЭ». Используя эту сеть, можно получить доступ к информации об учебных курсах, их расписаниях и необходимых материалах и мануалах. Там предусмотрена возможность отправления электронных сообщений или общения в чате. Проведенный обзор функциональности данной системы, доказал ее многофункциональность и принадлежность к классу Social BPM систем.

Однако исследование отношения к этой системе показало ее непопулярность. Это доказывает то, что разработать систему еще не достаточно, очень важно потом распространить знания о ней и о ее ценности. Что касается внешнего подхода, то российские компании используют социальные медиа гораздо чаще в том случае, когда они занимаются продажей или доставкой продуктов или услуг, при этом их целевая аудитория это люди от 15 до 30 лет[16][17]. Так же многие компании используют эти сети для создания своих групп и отслеживания отзывов потребителей, рекламы и т.п. Кроме этого социальные сервисы используются в компаниях для управления персоналом [18]. Например, перед тем, как позвать кандидата на собеседование или нанять его, менеджер по персоналу может просмотреть его страницу в социальной сети. Российские эксперты из компании «Логика бизнеса 2.0» предполагают, что Social BPM в нашей стране может получить широкое распространение в сфере фрилансинга [19]. В результате проделанной работы были выделены два подхода к социальному BPM (внешний и внутренний). Исследование показало, что у каждого подхода есть свои слабые и сильные стороны и эффективнее всего использовать их вместе. Кроме этого, анализ ситуации на российском рынке показал, что в России гораздо чаще применяется внешний подход, так как его проще внедрить и использовать.

Литература. 1 Agnes Koschmider, 2010 Social software for modeling Business Processes. Journal of Information Technology, Volume 25, Number 3, pp. 308-322(15), **1.** 2 Ilia Bider, 2010. In Search of the Holy Grail: Integrating social software with BPM. Experience report. BPMSD 2010 Proceedings, **2.** 3 Marco Brambilla, 2012. Combining social web and BPM for improving enterprise performances: the BPM4People approach to Social BPM Proceeds of The World Wide Web Conference pages 223-226, **3.** 4 O'Reilly, T., Musser, J. 2006. Web 2.0 Principles and Best Practices. O'Reilly Radar, **4.** 5 Selim Erol, 2010. Combining BPM and social software: contradiction of chance? Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice, Volume 22, Issue 6-7, pages 449-476, **5.** 6 Paul Mathiasen, 2011. Applying social technology to Business Process Lifecycle Management. The 4th Workshop on Business Process Management and Social Software, **6.** 7 ABPMP. Guide to the Business Process Management Common Bony of Knowledge (BPM COK) 2 ed., 2009 **7.** 8 Becker, Kugeler, Rosemann. 2001. Business Process Lifecycle Management, White paper **8.** 9Goeke, R.J., Antonucci, Y.L. 2011. Antecedents to Job Success in BPM: A Comparison of Two Models. Information Resources Management Journal, 24(1), 46- **9.** 10Heider, F. The Phychology of Interpersonal Relations. Wiley, Chashester, 1996 **10.** 11 Ikujiro Nonaka, Hirotaka Takeuchi. The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. Ikujiro, Takeuchi, Oxford University Press, USA, 1995. **11.** 12 Olding, E., Rozewll, J. Social BPM: Design by Doing. Gartner, 2010. **12.** 13 Piero Fraternalli, 2011. A Model-driven approach to Social BPM Applications. Social BPM Handbook, pp. 95-112 **13.** 14 Paul Mathiasen, 2011. Applying social technology to Business Process Lifecycle Management. The 4th Workshop **14.** 7 40 фактов о социальных сетях. http://www.adme.ru/research/40-faktov-o-socialnyh-setyah-433005/, **15.** 15 Peter Drucker. Post-Capitalist Society. Harper Business, New York City, 1993. **16.** 16 Рост пользователей социальных сетей в России. http://cossa.ru/news/247/25616/, **17.** 17 Nischala Murphy and Stephan Whelan. Social Media And Business Processes Management (BPM) Enable Customer-Centricity. http://www.wipro.com/Documents/Social **18.** 18 Исследование: компании используют Twitter и Facebook для поддержки клиентов http://www.towave.ru/news/issledovanie-kompanii-ispolzuyut-twitter-i-facebook-dlya-podderzhki-klientov.html, **19.** 19 Управление бизнес-процессами: разбираемся с ПО http://www.i-love-bpm.ru/upravlenie-biznes-processami-razbiraemsya-s-po , 2013

Поливода В.В.
ПАТ "Херсонський комбінат хлібопродуктів", Херсон, Україна

Оптимізація керування процесом зберігання зерна на хлібоприймальному підприємстві

Закон України «Про зерно та ринок зерна в Україні» визначає державну політику щодо розвитку ринку зерна як пріоритетного сектора економіки агропромислового комплексу України [1]. Хлібоприймальне підприємство (ХПП) є важливою ланкою в структурі заготівельної й переробної галузі економіки України. Багатостадійність процесів на ХПП, наявність паралельних відрізків і рециклів, великі обсяги інформації потребують впровадження нових методів керування й використання сучасних комп'ютерних технологій з метою мінімізації витрат, отримання максимальної продуктивності, підвищення ефективності системи керування [2].

Для більш повного уявлення про процеси, що відбуваються у зерновій масі при зберіганні, виконані експериментальні дослідження на підставі яких отримані функції залежності концентрацій характеристичних газів у міжзерновому просторі, а саме оксиду вуглецю (II), кисню, оксиду азоту (IV) та температури зерна від часу. Таким чином, визначення стану зернової маси за допомогою методу вимірювання концентрації дозволяє точно і швидко отримати повну картину процесу зберігання, на відміну від методу вимірювання температури, тому що провести вимірювання температури в можливо тільки в обмеженому об'ємі через низькі показники тепло- і температуропровідності зернової маси. Більш того, динаміка концентрації деяких газів, наприклад оксиду азоту (IV), точно відображає стан зернової маси і є сигналізатором розвитку процесу самозігрівання. Порівняльний аналіз різних методів ідентифікації також показав, що чутливість методу вимірювання концентрації вуглекислого газу в п'ять раз більше чутливості методу вимірювання температури. Проведена перевірка адекватності моделі показала її відповідність об'єкту. У роботі [3] була вирішена задача оптимального керування технологічним процесом зберігання зерна за допомогою методів класичного варіаційного обчислення та знайдений оптимальний режим вентилювання зернової маси. У результаті моделювання системи керування процесом зберігання зернової маси в професійно-орієнтованому середовищі Simulink пакету MatLab були отримані оптимальний закон керування і відповідна йому оптимальна траєкторія режиму вентилювання, графік якої лежить нижче звичайного режиму вентилювання, тобто в цьому випадку витрати на вентилювання менше, що підтверджує динаміка затрат ресурсів (рис. 1). Економія ресурсів, що досягається при оптимальному режимі керування, складає 33,8%. Проведені керуючі впливи на процес зберігання зернової маси дозволили припинити процес самозігрівання та перевести процес зберігання у безпечний керований стан.

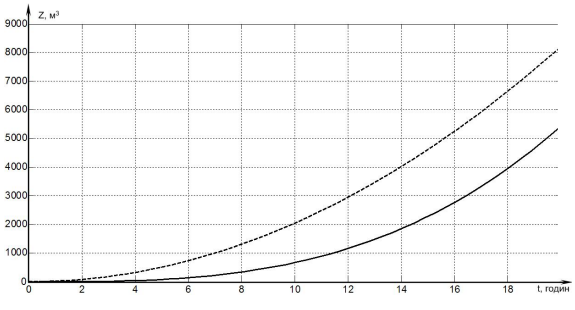


Рис. 1. Динаміка затрат ресурсів: пунктирна лінія – звичайний режим; неперервна лінія – оптимальний режим

Література. **1.** Закон України «Про зерно та ринок зерна в Україні» [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=37-15. **2.** Поливода В.В. Повышение эффективности управления в задаче хранения зерновой массы на ОАО «Херсонский комбинат хлебопродуктов» / В.В. Поливода // Автоматика–2006: XIII міжнародна конференція з автоматичного управління, 25–28 вересня 2006 р.: тези доповідей. – Вінниця, 2006. – С. 260. **3.** Шмат К.И. Методы оптимального управления в задаче повышения эффективности хранения зерна на хлебоприемном предприятии / К.И. Шмат, В.В. Поливода // Информационные технологии и автоматизация–2011: IV Всеукраинская научно-практическая конференция, Одесса, 12–14 октября, 2011 г.: сборник докладов. – Одесса, 2011. – С. 72–73.

Потапова Е.Р., Токарева Т.А., Сун Ш.
Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", ФПМ, Киев, Украина

Структурный метод генерации псевдослучайных наборов заданного веса

Построение математических моделей реальных информационно-вычислительных систем является необходимым этапом при проектировании многопроцессорных управляющих комплексов. Эти модели позволяют оценить количественные характеристики, такие, как уровень надежности и эффективность сложных систем еще на этапах проектирования.

Одним из подходов к расчету надежности системы является использование метода проведения статистических экспериментов с моделями [1], причем в каждый момент дискретного времени многопроцессорная система описывается псевдослучайным двоичным набором, биты которого отражают текущее техническое состояние соответствующих элементов системы. Важным компонентом процедуры статистического эксперимента является модуль генерации векторов (наборов) состояний системы, основными требованиями к характеристикам которого являются быстродействие формирования векторов и качество (в стохастическом отношении) выходной последовательности. Необходимость оценки поведения моделируемой системы при отказах определенной (заданной) кратности приводит к требованию обеспечения возможности управления значениями весов генерируемых наборов.

Структурный синтез такого управляемого аппаратурного формирователя последовательности равновесных псевдослучайных двоичных векторов может основываться на приципе коммутации цепей линейной обратной связи сдвигового регистра. Первая подсхема генератора предназначена для формирования однобитной управляющей последовательности большого периода и реализуется по классическому методу [2]. Вторая подсхема строится на основе регистра сдвига с коммутируемой цепью линейной обратной связи и функционирует с использованием двух полиномов, один из которых выбирается согласно [2], а второй является его модификацией и может быть определен в соответствии с методикой, изложенной в [3]. При этом альтернативный выбор конфигурации цепи обратной связи задается текущим значением управляющего бита первой подсхемы (рис. 1).

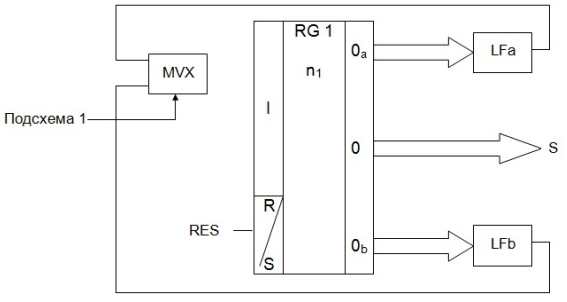


Рис. 1. Структура подсхемы на основе регистра сдвига с коммутируемой цепью линейной обратной связи

Предложенный структурный метод получения входных данных для статистических моделей сопровождается повышенной в несколько раз рабочей частотой формирователя (при его меньшей сложности) по отношению к известным решениям [4], что приводит к увеличению производительности процедур статистического моделирования многопроцессорных систем и достоверности результатов работы моделей.

Литература. **1.** Романкевич А.М. Об одном подходе к расчету надежности отказоустойчивых многопроцессорных систем / А.М. Романкевич, В.В. Гроль, Л.Ф. Карачун, М.Н. Орлова, В.А. Романкевич // Сборник Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2002. – № 119. – С.54–58. **2.** Гилл А. Линейные последовательностные машины: Пер. с англ. / Под ред. Я.З. Цыпкина. – М.: Наука, 1974. – 288 с. **3.** Р.Ф. Федоров, В.В. Яковлев, Г.В. Добрис. Стохастические преобразователи информации. Л.: Машиностроение, 1978. – 304 с. **4.** Романкевич А.М., Карачун Л.Ф., Бассем Аль Хадиди. Генераторы псевдослучайных тестовых наборов постоянного веса. // Вестник НТУУ "КПИ". Информатика, управление и вычислительная техника. Выпуск 31, 1998, С.34–39.

Розновец О.И., Волощук Л.А.
Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, Одесса, Украина

Исследование вопросов возможности миграции подсистем АСКУЭ в облако

В условиях мирового экономического кризиса перед многими предприятиями и организациями остро стоит проблема экономии денежных средств и ресурсов, в том числе электроэнергии. Одним из направлений решения данной проблемы является точный, достоверный и оперативный контроль и учет электроэнергии, осуществляемый с помощью автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ). Особый интерес представляет реализация АСКУЭ с использованием концепции облачных вычислений [1], которая в настоящее время рассматривается как наиболее перспективная концепция организации единого пространства распределенного информационно-аналитического обслуживания предприятий и частных пользователей. В частности, актуальной является оценка возможности миграции АСКУЭ в облако, которая позволяет уменьшить сложность IT-инфраструктуры предприятия и сократить расходы на ее создание и поддержку, что особенно актуально для субъектов малого и среднего бизнеса.

Существующие подсистемы АСКУЭ, использующиеся на предприятиях-потребителях электроэнергии, могут быть перенесены в облачную среду при проведении комплекса технологических мероприятий. В настоящее время не существует универсального подхода для оценки целесообразности осуществления миграции приложений в облако. Поэтому очевидна актуальность создания критериального подхода и механизмов принятия решения, позволяющих произвести оценку эффективности переноса отдельных подсистем АСКУЭ в облако с целью предоставления пользователям соответствующего функционала согласно модели Software as a Service (SaaS).

Целесообразность реализации отдельных подсистем корпоративных приложений в виде облачных сервисов требует оценки ряда критериев. Так, в статье “Оценка пригодности корпоративных приложений для миграции в облако” [2] с использованием метода анализа иерархий [3] производится оценка общих критериев с точки зрения ценности для бизнеса, технических возможностей и степени риска. Вместе с тем, крайне важным и актуальным является принятие во внимание специфики конкретной предметной области.

В докладе рассматривается результат применения метода анализа иерархий при определении возможности миграции существующих подсистем АСКУЭ в облачную среду и создания публичного SaaS-сервиса, реализующего соответствующие задачи. Производится оценка дополнительных критериев, таких как параметры хранимых данных, масштабируемость, интенсивность использования сервиса, а также требования конкретных клиентов, их технологические и финансовые возможности.

Литература. **1.** Peter Mell, Timothy Grance. The NIST Definition of Cloud Computing: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology // NIST. September 2011. URL: http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf (дата обращения: 22.02.2013). **2.** Бриджеш Деб. Оценка пригодности корпоративных приложений для миграции в облако // IBM developerWorks: Ресурс IBM для разработчиков и IT профессионалов. 02.03.2012. URL: http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-assessport/ (дата обращения: 22.02.2013). **3.** Т. Саати. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.

Романкевич В.А., Трищук О.Ю., Лю Х.
Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", ФПМ, Киев, Украина

Алгоритм формирования входных данных для модели отказоустойчивых многопроцессорных систем

Традиционно используемые методы формирования последовательностей псевдослучайных наборов характеризуются тем обстоятельством, что программирование вероятностей состояний для множества выходных каналов модуля генерации позволяет получить некоторое значение вероятности, описывающее вероятностные параметры всех выходов формирователя [1].

Тем не менее, достаточно широкий и часто более востребованный на практике класс процедур генерации реализуется на основе алгоритмов, позволяющих задавать вероятности выходных каналов независимо один от другого. В качестве примера для области применения таких средств генерации последовательностей псевдослучайных векторов можно привести задачу повышения эффективности процедур моделирования возможных неисправностей заданной кратности [2] для моделей неоднородных отказоустойчивых многопроцессорных вычислительных систем (ОМС).

Решение такой задачи может быть получено путем разработки специализированного алгоритма формирования последовательностей неравновероятных псевдослучайных наборов постоянного (заданного) веса, причем вес набора соответствует кратности моделируемых неисправностей, то есть числу отказавших процессорных элементов ОМС (рис. 1).

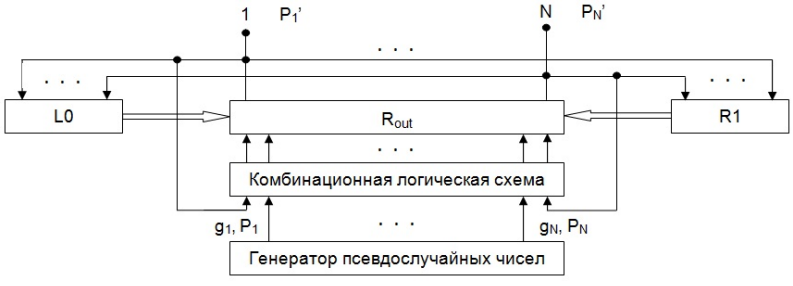


Рис. 1. Схема алгоритма формирования последовательностей неравновероятных псевдослучайных наборов постоянного веса

В основу алгоритма положена процедура управляемого сдвига элементов массива, которые, во-первых, однозначно соответствуют компонентам моделируемой ОМС и, во-вторых, описывают их техническое состояние (например, "исправно/отказ"). При этом псевдослучайные двоичные наборы, управляющие процедурой сдвига, формируются только на основе полученной a priori информации о вероятностях отказов соответствующих процессорных элементов ОМС. Кроме того, вводится дополнительная процедура коррекции состояний массива с целью обеспечения заданных вероятностных характеристик компонентов выходной последовательности.

Таким образом, предложенный алгоритм и разработанный на его основе комплекс специализированных программных средств позволяют обеспечить повышение производительности процедур, моделирующих поведение неоднородных ОМС в потоке отказов заданной кратности их процессорных элементов, по отношению к известным подходам формирования равновероятных векторов состояний системы.

Литература. **1.** Гроль В.В., Лупанова Р.И., Фаллаги Али. О генерации псевдослучайных последовательностей двоичных равновесных наборов. // Вестник НТУУ "КПИ серия" Информатика, управление и вычислительная техника. – № 42, 2004, – С.11–20. **2.** Романкевич А.М. Графо-логические модели для анализа сложных отказоустойчивых вычислительных систем / А.М. Романкевич, Л.Ф. Карачун, В.А. Романкевич // Электронное моделирование. – 2001. – Т.23, – №1. – С.102–111.

***Станкевич А.А.*[1], *Друк А.Ю.*[1], *Годлевский И.М.*[2]**
[1] *Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина;* [2] *Kuehne Logistic University, Hamburg, Germany*

Конфигурирование логистической сети цепочек поставок готовой продукции при стратегическом управлении

Одной из мало изученных и формализованных задач в области логистики, является задача формирования структуры и системы организационного управления (СиСОУ) для распределенной логистической системы (РЛС) поставок готовой продукции (ГП) при стратегическом планировании. В работе [1] на вербальном уровне рассмотрена технология решения данной проблемы, которая базируется на синтезе каналов распределения, которые функционально могут быть разделены на маркетенговые и логистические. Маркетинговый канал образуют фирмы, участвующие в процессе купли-продажи. Логистический канал представляет собой сеть рабочих взаимосвязей, обеспечивающих движение и размещение ГП. Конфигурирование логистической сети (КЛС) фактически означает формирование логистических каналов и является первым этапом создания СиСОУ РЛС, связанной с формированием маркетинговых каналов. В свою очередь КЛС реализуется на основе структурного и параметрического синтезов. Первый предполагает рассмотрение двух структурных размерностей сети: горизонтальную и вертикальную [2]. Горизонтальная определяет число уровней цепочек поставок. Вертикальная - число звеньев каждого уровня. При стратегическом планировании рассматриваются два типа звеньев: транспортировка ГП и хранение ГП. Они представляют каркас для реализации логистических операций. Далее решается задача параметрического синтеза и определяются конкретные характеристики звеньев логистической системы.

В работе рассматривается дистрибутивная логистическая сеть реализации ГП массового использования с заданным количеством уровней горизонтальной структуры. На нулевом уровне находится зарубежная компания - поставщик ГП, предприятия которой географически разнесены на большой территории. Консолидация ГП проводится на уровне национальных складов Украины. Далее осуществляется транспортировка ГП на разукрупняющие склады регионального уровня, с которых продукция поставляется на уровень локальных складов, принадлежащих супермаркетам и другим крупным торговым предприятиям.

С целью формализации задачи сеть цепочек поставок рассматривается в виде графа, вершинами которого являются процессы хранения ГП, а ребрами - процессы ее транспортировки. Таким образом, вершины графа это процессы: нулевого, второго, четвертого и шестого уровней горизонтальной структуры, а ребра - процесы первого, третьего и пятого уровней. Исходной информацией является прогноз потребления продукции в виде номенклатуры и законов распределения объемов потребления по каждому потребителю локального уровня, номенклатура и ограничения на отгрузку ГП со стороны производства. В качестве критериев решения задачи КЛС выступают суммарные затраты на храненияе и транспортировку ГП, а также уровень сервиса (доступность и функциональность). Решение двухкритериальной задачи осуществляется на основе метода уступок. На первом этапе решается задача минимизации общих логистических издержек и определяется пороговый уровень сервиса на основе показателей: норма насыщения спроса и длительность выполнения заказов потребителей. Далее делается уступка по общим логистическим издержкам и определяется возможный рост сервисного обслуживания покупателей. В качестве управляющих воздействий используются различные модификации: складской сети, функционального цикла, политики страховых запасов.

Литература. **1.** Годлевский М.Д. Технология формирования системы организационого управления логистической дистрибьюции при стратегическом планировании / М.Д. Годлевский, А.А. Станкевич, И.М. Годлевский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2012. - №4/3 (58). - с. 17-21. **2.** Бауэрокс Доналл Дж. Логистика: Интегрированная цепь поставок. / Бауэрокс Доналл Дж., Класс Дейвид Дж. - М.: ЗАО "Олимп-Бизнес", 2005. - 640 с.

Тавров Д.Ю. *— рецензент Чертов О.Р.*
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФПМ, Київ, Україна

Застосування еволюційних обчислень до задачі мінімізації спотворень мікрофайлу в процесі його групової анонімізації

Вступ. Розвиток інформаційних технологій призвів до збільшення числа дослідників, які отримують доступ до неагрегованих статистичних даних. Це підвищує ризик розкриття чутливої інформації про респондентів та особливостей розподілу інформації про їх групи.

Із метою захисту чутливої інформації та одночасно надання дослідникам можливості аналізувати великі обсяги первинних, неагрегованих статистичних даних застосовують методи *анонімізації*, які розділяють на методи захисту респондентів (методи *індивідуальної* анонімізації [1]) та методи захисту розподілу групи респондентів (методи *групової* анонімізації [2]).

Загальна схема забезпечення групової анонімності. Під *мікрофайлом* $\mathbf{M}$ розумітимемо файл із (деперсоніфікованими) записами u_i, $i = \overline{1,m}$ про респондентів, кожен елемент z_{ij} яких містить значення атрибутів w_j, $j = \overline{1,n}$. Для того, щоб визначити *групу* $\mathbf{G}$ респондентів, розподіл якої потрібно захистити, потрібно задати дві множини атрибутових значень [2]:

- *сутнісну* $\mathbf{V} = \{V_1, \ldots, V_{l_v}\}$ — підмножину декартового добутку значень *сутнісних атрибутів*. Елементи $\mathbf{V}$ мають назву *сутнісних комбінацій значень*;
- *параметризуючу* $\mathbf{P} = \{P_1, \ldots, P_{l_p}\}$ — підмножину значень *параметризуючого атрибуту*, який не є сутнісним. Елементи $\mathbf{P}$ мають назву *параметризуючих значень*. Вони дозволяють розбити мікрофайл $\mathbf{M}$ на *підмікрофайли* $\mathbf{M}_1, \ldots, \mathbf{M}_{l_p}$.

Один із варіантів розподілу $\mathbf{G}$ — *кількісний сигнал* q — отримується підрахунком кількості записів $\mathbf{M}$ із однаковими параметризуючими значеннями і сутнісними комбінацями значень та впорядкуванням отриманих значень у спосіб, що визначається параметризуючим атрибутом.

Однією з особливостей q є його *екстремальні значення*. Її можна захистити перенесенням початкових екстремумів з одного відліку сигналу в інший або штучним створенням нових. Використовуючи відповідні методи [3], можна отримати *модифікований кількісний сигнал* q^*.

Модифікація мікрофайлу з мінімізацією спотворень. Різницю $\delta = q - q^*$ назвемо [4] *різницевим сигналом*, значення δ_i, $i = \overline{1,l_p}$ — *валентністю підмікрофайлу* $\mathbf{M}_i$. Валентності $\delta_i > 0$ показують, скільки респондентів зі значенням сутнісних атрибутів, що належать $\mathbf{V}$, потрібно *прибрати* з $\mathbf{M}_i$, $\delta_j < 0$ — *додати* в $\mathbf{M}_j$. Модифікація $\mathbf{M}$ полягає в обміні значень параметризуючих атрибутів між записами u^+ та u^-, один із яких належить підмікрофайлу з додатною валентністю, інший — із від'ємною валентністю. Значення сутнісних атрибутів u^+ повинні *належати* $\mathbf{V}$, u^- — *не належати* $\mathbf{V}$. Кількість таких пар записів дорівнює $Q = \sum_{i=1}^{l_p} |\delta_i|/2$.

Визначальними назвемо атрибути, розподіл значень котрих за параметризуючими значеннями становить корисність при дослідженні $\mathbf{M}$. Мінімізувати спотворення при обміні значень параметризуючих атрибутів між u^+ та u^- можна за допомогою *визначальної метрики*:

$$\mathrm{InfM}(u^+, u^-) = \sum_{p=1}^{n_{ord}} \omega_p \left(\frac{u^+(I_p) - u^-(I_p)}{u^+(I_p) + u^-(I_p)} \right)^2 + \sum_{k=1}^{n_{nom}} \gamma_k \chi^2 \left(u^+(J_k), u^-(J_k) \right), \qquad (1)$$

де I_p — p-ий визначальний порядковий атрибут із n_{ord} можливих, J_k — k-ий визначальний номінальний атрибут із n_{nom} можливих, ω_p та γ_k — коефіцієнти, що визначають впливовість атрибутів, $\chi(v_1, v_2)$ дорівнює χ_1, якщо v_1 та v_2 потрапляють до однієї категорії, інакше — χ_2.

Для оптимізації сукупного значення (1) потрібно перебрати всі пари записів $\langle u^+, u^- \rangle$ із підмікрофайлів із протилежними за знаком валентностями. Оскільки на практиці це неможливо, потрібно застосовувати різноманітні евристичні стратегії [4] з підбору пар $\langle u^+, u^- \rangle$. У даній роботі у якості евристичного підходу вперше пропонується *еволюційний алгоритм* [5].

Еволюційний алгоритм для модифікації мікрофайлу. Еволюційний алгоритм для модифікації $\mathbf{M}$ передбачає виконання наступних кроків:

1. Згенерувати популяцію P з μ індивідів та обчислити пристосованість $f(x)$ $\forall x \in P$.
2. Якщо виконується умова завершення, вийти, інакше перейти на 3.
3. Вибрати λ пар батьківських індивідів.
4. Застосувати оператор рекомбінації $\mathcal{R}$ до кожної пари батьківських індивідів.
5. Застосувати оператор мутації $\mathcal{M}$ до кожного з нащадків та помістити результат у P'.
6. Обчислити пристосованість $f(x)$ кожного індивіда $x \in P'$.
7. Вибрати μ найпристосованіших індивідів із $P \cup P'$ та помістити їх у P замість поточних.
8. Перейти на 2.

Репрезентація індивідів. Кожен індивід є матрицею $\mathcal{I} = \|v\|_{Q\times 4}$, у якій елементи v_{i1} — це індекси підмікрофайлів із додатною валентністю, v_{i2} — номери записів із $M_{v_{i1}}$, v_{i3} — індекси підмікрофайлів із від'ємною валентністю, v_{i4} — номери записів із $M_{v_{i3}}$.

На елементи $\mathcal{I}$ накладаються наступні обмеження:

- кількість значень $v_{i+1} = I^+$ ($v_{i-3} = I^-$) повинна дорівнювати δ_{i^+} ($-\delta_{i^-}$), тобто перший (третій) стовпець $\mathcal{I}$ є перестановкою над мультимножиною, що складається з індексів I^+ (I^-) підмікрофайлів із додатною (від'ємною) валентністю, взятих у кількості δ_{i^+} ($-\delta_{i^-}$);
- значеннями v_{i+2} (v_{i-4}) можуть бути тільки номери записів підмікрофайлу $M_{v_{i+1}}$ ($M_{v_{i-3}}$), значення сутнісних атрибутів яких належать (не належать) $\mathbf{V}$;
- кожна конкретна пара $\langle v_{i+1}, v_{i+2}\rangle$ ($\langle v_{i-3}, v_{i-4}\rangle$) повинна зустрічатися в $\mathcal{I}$ тільки один раз.

Оператори варіації. *Оператор мутації* $\mathcal{M}(\mathcal{I})$ пропонується визначити як $\mathcal{M}_4 \circ \mathcal{M}_3 \circ \mathcal{M}_2 \circ \mathcal{M}_1(\mathcal{I})$:

- $\mathcal{M}_1$ — оператор, що з імовірністю p_m діє на перший стовпець $\mathcal{I}$ як на перестановку. При перенесенні значень v_{i+1} також потрібно переносити значення v_{i+2};
- $\mathcal{M}_2$ — оператор, що діє на третій стовпець $\mathcal{I}$ аналогічно попередньому випадку;
- $\mathcal{M}_3$ — оператор, що з імовірністю p_m діє на другий стовпець $\mathcal{I}$ як на вектор номінальних значень. При цьому потрібно унеможливлювати появу в $\mathcal{I}$ однакових пар $\langle v_{i+1}, v_{i+2}\rangle$;
- $\mathcal{M}_4$ — оператор, що діє на четвертий стовпець $\mathcal{I}$ аналогічно попередньому випадку.

Оператор рекомбінації $\mathcal{R}(\mathcal{I}_1, \mathcal{I}_2)$ пропонується як модифікація порядкового кросовера [5]:

1. Випадковим чином вибрати два рядки k_1 та k_2 з $\mathcal{I}_1$.
2. Скопіювати значення всіх стовпців $\mathcal{I}_1$ з усіх рядків від k_1 до k_2 включно в нащадка.
3. Починаючи з $k_2 + 1$, послідовно знаходити елементи $v_{i1} \in \mathcal{I}_2$, які ще можна записати в перший стовпець нащадка не порушуючи цілісності даних, та записувати їх разом із v_{i2} у вільні рядки нащадка. Вважати перший рядок матриці таким, що слідує за останнім.
4. Виконати 3 для елементів $v_{i3} \in \mathcal{I}_2$ та v_{i4}.

Функція пристосованості, умова завершення. Функція пристосованості має вигляд

$$f(\mathcal{I}) = C_{\max} - \sum_{i=1}^{Q} \mathrm{InfM}(M_{v_{i1}}(v_{i2}), M_{v_{i3}}(v_{i4})), \tag{2}$$

де $C_{\max}$ — максимальне значення (1); наявність $C_{\max}$ в (2) гарантує $f(\mathcal{I}) \geqslant 0$ $\forall \mathcal{I}$.

Оператором селекції можуть бути пропорційна пристосованості або турнірна селекція. Роботу алгоритму можна завершувати у випадку знаходження індивіда з максимальним значенням функції пристосованості, або в разі отримання заздалегідь визначеного числа поколінь.

Література. **1.** Fung B. Privacy-Preserving Data Publishing: A Survey on Recent Developments / B. Fung, K. Wang, R. Chen, P. Yu // ACM Computing Surveys. — 2010. — Vol. 42(4). — P. 1–53. **2.** Chertov O. Group Methods of Data Processing / O. Chertov. — Raleigh : Lulu.com, 2010. — 156 p. **3.** Chertov O. Providing Group Anonymity Using Wavelet Transform / O. Chertov, D. Tavrov // BNCOD [ed. Lachlan M. MacKinnon]. — Heidelberg : Springer, 2012. — LNCS, vol. 6121. — P. 25–36. **4.** Чертов О. Р. Мінімізація спотворень при формуванні мікрофайлу з замаскованими даними / О. Р. Чертов // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. — 2012. — №8(179). — С. 256–262. **5.** Eiben A. E. Introduction to Evolutionary Computing / A. E. Eiben, J. E. Smith. — Berlin, Heidelberg : Springer, 2003. — 320 p.

***Тарасенко В.П.*[1], *Тесленко О.К.*[1], *Роговенко А.І.*[2]**

[1] *Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, Україна;* [2] *Чернігівський державний технологічний університет, Чернігів, Україна*

Використання схем групового перенесення у суматорах в залишках на основі одновимірних каскадів конструктивних модулів

Вступ. Арифметичні операції за змінним модулем, відіграють важливу роль в сучасних інформаційних технологіях. Зокрема, вони покладені в основу більшості методів виявлення та корекції помилок при побудові завадостійких обчислювальних систем [1], також широко використовуються у цифровій обробці сигналів при побудові фільтрів[2], та у криптографічних системах заснованих на двоключовому асиметричному кодуванні [3]. При цьому найбільш вживаною є операція додавання в залишках довгих чисел, розрядність яких (1024 - 2048 біт) значно перевищує довжину слова сучасних процесорів. Все це потребує розробки нових засобів прискорення роботи вищезгаданих застосувань. Одним з варіантів прискорення обчислювальний процесс що базується на арифметиці в залишках є використання багаторозрядних суматорів в залишках на основі одновимірного каскаду конструктивних модулів [4].

Метою дослідження. є пошук засобів підвищення швидкодії виконання операції додавання в залишках на основі одновимірного масиву конструктивних модулів.

Пропонується удосконалення схеми суматора в залишках, шляхом внесення змін до його структури, шляхом формування конструктивного модуля з комірок суматора у залишках [5] та набору схем формування прискореного переносу, що має прискорити розповсюдження сигналу перенесення у старші й молодші розряди та обчислення цільової функції. Комірки об'єднуються у окремі групи, що частково обчислюють цільову функцію, та у відповідності до кількості комірок у групі до складу кожного конструктивного модуля додатково вноситься схема формування прискореного переносу у старші та молодші розряди [рис 1].

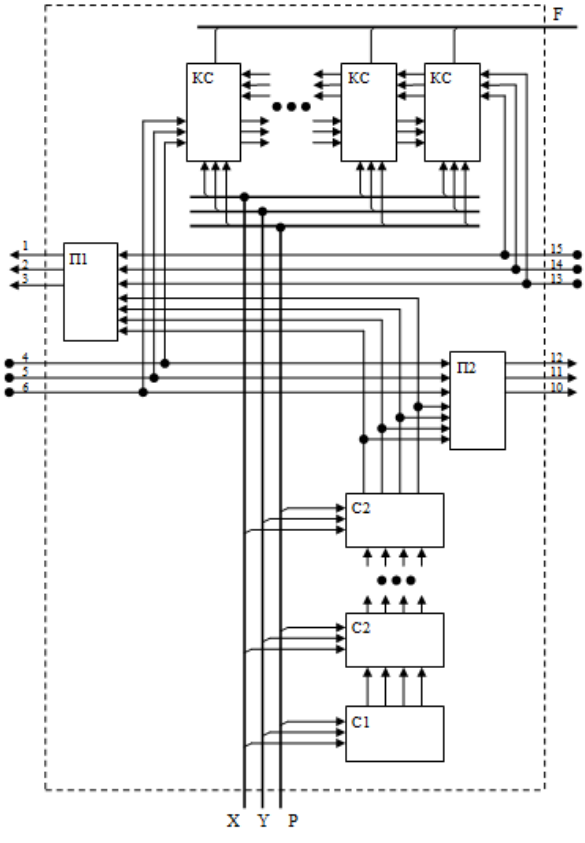


Рис. 1. Структура конструктивного модуля суматора у залишках з груповим переносом

Таким чином кожен конструктивний модуль складається з r – комірок суматора у залишках КС, з r-1 – схем кодування вхідного сигнала С2, однієї схеми попереднього кодування входного сигналу С1, однієї схеми формування групового переносу у старші розряди П1, та однієї схеми формування сигналу переносу у молодші розряди П2. Виходи 1, 2, 3 призначені для передачі закодованого сигналу переносу у конструктивні модулі старших розрядів, відповідно входи 4, 5, 6 є входами для закодованого сигналу переносу з конструктивних модулів старших розрядів. На входи 15, 14, 13 приходять сигнали переносу з конструктивних модулів молодших разрядів, а відповідно на виходи 12, 11, 10 видається кодований сигнал переносу у молодші розряди. Для обчислення виразу вигляду $F = (X + Y) mod P$

на нижні входи конструктивного модуля подаються двійкові коди чисел X, Y та P. У кожну комірку суматора КС надходить одноразрядний сигнал з відповідною вагою. В них виконується обчислення цільової функції у відповідності до ваги розряду й на виході F формується результат. Паралельно з цим однорозрядні сигнали з відповідними вагами надходять й на входи схем кодування входного сигналу С1 та С2 які у відповідності до таблиць перекодування генерують допоміжні сигнали для формування переносу схемами переносу у старші та у молодші розряди. В свою чергу схема формування групового переносу в старші розряди П1 на основі ціх сигналів, та сигналів переносу з молодших розрядів, у відповідності до таблиці перекодування формує перенос у старші розряди. Аналогічно працює й схема формування групового переносу у молодші розряди [6].

Таким чином шляхом введення в структуру конструктивного модуля логічних схем групового переносу була досягнута можливість почати формування допоміжних сигналів переносу одночасно в усіх схемах С1 та С2 модуля, завдяки чому частина процесу обчислення кінцевої функції перебігає паралельно.

Затримка в формуванні результату може бути обчислена наступним чином. Нехай tкс, tп2, tп1, tс1, tс2 затримки сигналів на відповідних схемах. Нехай суматор складається з r конструктивних модулів, n=m*r. Наближено можна вважати tкс=tп2=tп1=tс1=tс2 Тоді затримка сигналу перенесення в будь яку сторону – $m * tc2 + (r-1) * tn2$. Максимальна затримка W формування результату на крайніх модулях

$$W = m * t\text{кс} + m * tc2 + (r-1) * t\text{п}2 \quad (1)$$

Якщо прийняти що tкс=tп2=tп1=tс1=tс2=T. Тоді згідно (1)

$$W = 2mT + rT = T(2m + r) \quad (2)$$

Тоді як затримка на суматорі, побудованому виключно із комірок КС - nT=rmT. Таким чином досягається значне прискорення. Наприклад, згідно функції (2) якщо n=512, m=16, а r=32 маємо прискорення у 8 разів.

Література. **1.** Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. - М.: "Триумф", 2002. **2.** Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. - СПб,: Питер, 2002. - 608 с. **3.** Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки: Пер. с англ. - М.:Мир, 1986.-576с. **4.** Тарасенко В.П.,. Тесленко О.К. Реалізація основних арифметичних операцій над залишками на одномірних каскадах конструктивних модулів. Управляющие системы и машины, 2003, № 3(185), С.29-42. **5.** Тарасенко В.П., Тесленко О.К., Роговенко А.І. Оптимізація апаратних витрат на реалізацію параметричних ядер (soft-cores) для виконання операцій в скінчених полях. Науково-технічний журнал "Радіоелектронні і комп'ютерні системи". – Харків.: ХАІ, – 2009. №5, С.184-189. **6.** Пат. 62946 Україна, МПК7 G 06 F 7/50. Конструктивний модуль додавача в залишках з груповим переносом / Тарасенко В. П., Тесленко О. К., Роговенко А. І. (Україна) ; заявник та патентовласник Національний технічний університет України "КПІ" - № 20110123; заявл. 02.02.11 ; опубл. 26.09.11, Бюл. № 18. – 2с. : ил.

Тихоненко Н.А. *— рецензент Тимошенко Ю.А.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Ассоциативная обработка данных

В настоящее время, когда возможности совершенствования классических технических систем обработки данных (СОД) практически исчерпаны, ведутся активные поиски и исследования новых классов СОД, способных успешно решать сложные современные задачи[1].

Для определения новых и существующих классов СОД рассматриваются пять генетических признаков таких систем:

1. Способ представления информации: цифровой, образный.
2. Тип запоминающей среды: дискретная, распределенная.
3. Способ доступа к информации: адресный, ассоциативный.
4. Совмещение функций хранения и обработки информации: раздельные, совмещенные.
5. Способ совмещения процесса обработки информации: алгоритмический, самоорганизующийся[1].

Системы, обладающие первым вариантом реализации каждого признака, являются техническими. Те же системы, что обладают вторым вариантом реализации всех признаков, являются биологическими СОД. Комбинируя указанные признаки, мы можем получать новые гибридные классы СОД. Одним из перспективных направлений среди гибридных классов является класс ассоциативных СОД.

Ассоциативные СОД характеризуются как минимум двумя отличными от технологических СОД признаками – ассоциативный доступ к информации и совмещение функций хранения и обработки информации запоминающей среды[1]. Именно обеспечение ассоциативного способа доступа к информации является центральным вопросом исследования. В отличие от адресного способа доступа ассоциативный обеспечивает:

- практически одновременный доступ ко всей хранящейся в памяти информации;
- относительную независимость времени поиска информации от емкости памяти;
- внесение элементов обработки информации непосредственно в процесс самого доступа;
- обработку информации непосредственно в среде ее хранения[1].

Преимущества такого подхода очевидны: не требуется сложной системы адресации, сбой которой может привести к невозможности доступа к данным, даже если сами данные имеются. Кроме этого, ассоциативная память позволяет восстанавливать даже приближенные и частично поврежденные образы. На основе систем ассоциативной памяти можно создавать базы знаний, эффективный поиск в которых производится не по адресу или ключу, а на основе предъявленного образа или его фрагмента [2].

Применение ассоциативной памяти значительно облегчает программирование и решение информационно-логических задач, в сотни (тысячи) раз ускоряет поиск, анализ, классификацию и обработку данных [3].

В результате рассмотрения современных проблем технических СОД и выявления перспективности развития ассоциативных СОД предмет исследования определяем как ассоциативное запоминающее устройство большого объема с возможностью обработки многозначного результата поиска.

На первом этапе решается задача обработки многозначного результата поиска. При рассмотрении упрощенной модели ассоциативной памяти (рис.1) можно обнаружить проблему поступления найденных данных из регистра результатов поиска в дальнейшее использование. Наличие большого количества программных средств подходящих для обработки многозначных результатов поиска не обеспечивает при этом оптимального решения проблемы. Программная реализация имеет свои недостатки: снижение скорости обработки результатов, проблема обработки больших объемов информации, недостаточная надежность.

Таким образом, представленную модель на рис. 1 дополняем специальным блоком обработки многозначных результатов поиска, следующим непосредственно за регистром результатов

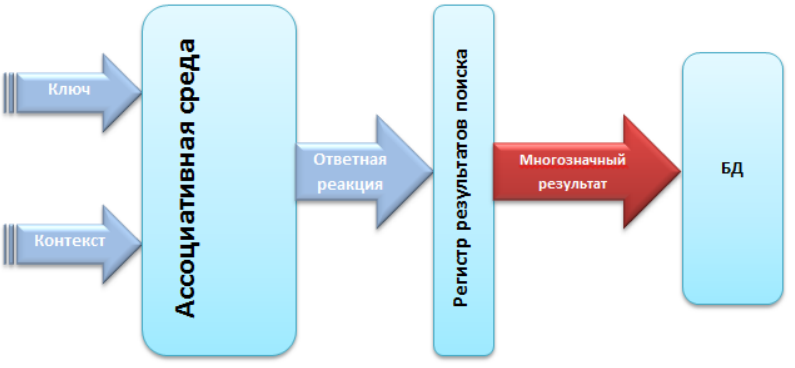


Рис. 1. Модель ассоциативной среды

поиска (рис. 2). С его помощью группа ответов, содержащихся в регистре результатов поиска, для дальнейшей обработки будет подана последовательно и в уже заранее предусмотренном порядке.

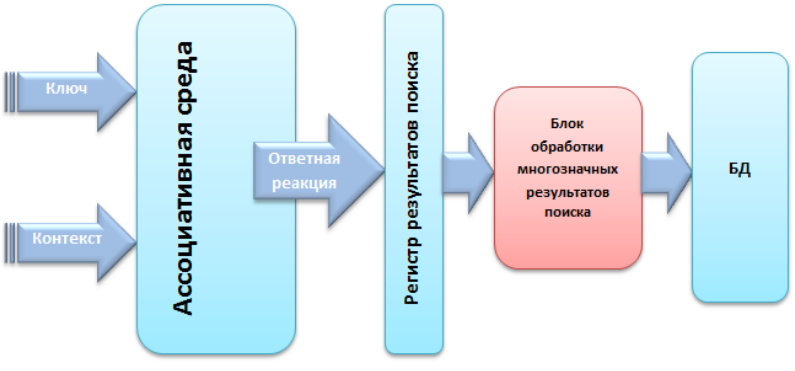


Рис. 2. Модель ассоциативной среды с блоком обработки многозначных результатов поиска

Второй этап исследования предусматривает непосредственно проектирование запоминающего устройства. Разработка ассоциативного устройства большого объема основывается на использовании DRAM. Обработка данных происходит параллельно по словам и последовательно по разрядам, что позволяет реализовать свойства ассоциативного доступа: относительную независимость времени поиска информации от емкости памяти и практически одновременный доступ ко всей хранящейся в памяти информации. При этом ассоциативная обработка предусматривает как наиболее распространенный критерий – критерий полного совпадения признака опроса, так и альтернативные критерии – критерии несовпадения, критерии «больше» и «меньше», критерий ближайшей к признаку опроса информации и т.д.

Таким образом, использование подобного ассоциативного устройства, позволит проводить поиск по заданному признаку среди большого объема данных за короткое время. Это делает перспективным использование такого запоминающего устройства как компонента ассоциативной среды для построения интеллектуальных информационных систем.

Литература. **1.** Огнев И.В., Борисов В.В. Ассоциативные среды.– М.: Радио и связь, 2000. – 312 с. **2.** Ассоциативная память. Ассоциативные вычислительные системы. [Электронный ресурс]. – URL: http://savlm.ucoz.ru/publ/8-1-0-64. **3.** Ассоциативное запоминающее устройство. [Электронный ресурс]. – URL: http://bse.sci-lib.com/article077414.html.

Туз Ю.М., Красковський О.П., Мосолаб О.О.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФАКС, Київ, Україна

Моделювання просторово-часових характеристик лінійних фазованих антенних решіток п'єзоперетворювачів з урахуванням амплітудних та фазових міжканальних відхилень блоку випромінювання

Сьогодні перспективним напрямком ультразвукового неруйнівного контролю виробів з металів є використання томографічних систем на основі фазованих антенних решіток п'єзоелектричних перетворювачів (ФАР ПЕП). Основними характеристиками, що впливають на роздільну здатність систем є просторово-часові характеристики (ПЧХ) ФАР ПЕП. Вимірювання цих характеристик можливо виконувати в одному із режимів роботи перетворювача за допомогою багатоканальної метрологічної системи [1].

Актуальною задачею є підвищення точності метрологічних систем вимірювання ПЧХ. Це може бути досягнуто за рахунок забезпечення мінімального впливу міжканальної неідентичності багатоканального електронного блоку випромінювання або прийому системи на власні параметри ФАР ПЕП.

Метою даного дослідження є аналіз впливу амплітудних та фазових міжканальних відхилень багатоканального електронного блоку випромінювання на ПЧХ лінійних ФАР ПЕП за допомогою сучасних засобів моделювання. Для моделювання роботи ФАР ПЕП та впливу амплітудних і фазових відхилень був використаний пакет прикладних програм MATLAB з тулбоксом Field II [2,3]. Досліджувалась контактна 16-ти елементна ФАР ПЕП з частотою 2,05МГц при навантаженні на сталь. Моделювання проводилось в дальній зоні випромінювання, на відстані 10мм.

На Рис.1 представлені результати моделювання ПЧХ ФАР ПЕП при наявності лінійних амплітудних (а) та фазових (б) відхилень багатоканального блоку випромінювання.

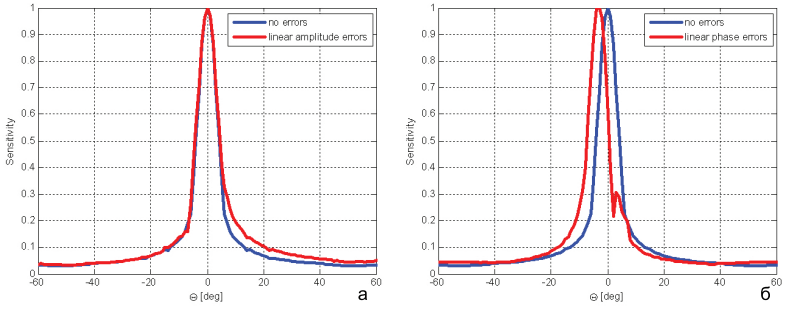


Рис. 1. Імпульсні характеристики напрямленості ФАР ПЕП при лінійних амплітудних(а) та фазових (б) міжканальних відхиленнях

Отримані результати використовуються для аналізу та оптимізації структурних особливостей побудови інформаційно-вимірювальної систем вимірювання ПЧХ лінійних ФАР ПЕП в режимі випромінювання.

Література. **1.** Туз Ю.М. Метод та система вимірювання просторово-часових характеристик лінійних фазованих антенних решіток п'єзоелектричних перетворювачів / Ю.М. Туз, О.П. Красковський, О.О. Мосолаб // Методи та прилади контролю якості. Науково-технічний журнал. – Івано-Франківськ. – 2012. - №1(28). – С.148-153. **2.** J. A. Jensen and N. B. Svendsen. Calculation of pressure fields from arbitrarily shaped, apodized, and excited ultrasound transducers. IEEE Trans. Ultrason., Ferroelec., Freq. Contr., 39:262–267, 1992. **3.** J. A. Jensen. A program for simulating ultrasound systems. Med. Biol. Eng. Comp., 10th Nordic-Baltic Conference on Biomedical Imaging, Vol. 4, Supplement 1, Part 1:351–353, 1996b.

Харченко М.В., Супрун В.В., Татарчук Л.М.
Чернігівський державний технологічний університет, Чернігів, Україна

Технологія побудови єдиних інформаційних вікон на основі вбудованих моделей

Термін "єдине вікно" визначається в [1] як організаційна форма надання державними органами адміністративних послуг фізичним або юридичним особам за умови отримання від одержувача усіх необхідних документів. З практичної точки зору це означає, що одержувач подає відповідну заяву та необхідний пакет документів і через встановлений законодавством час приходить отримувати вже оформлений адміністративний акт [2]. Оформленню адміністративного акту передує процес переміщення пакету документів одержувача по низці інстанцій, які часто територіально роззосереджені і не пов'язані ніяким інформаційним каналом. Як наслідок, багато часу витрачається на передачу документів. Виникає необхідність спростити даний процес шляхом впровадження електронної форми взаємодії між одержувачем і державним органом з одного боку, і між інстанціями в середині державного органу з іншого. Така форма взаємодії визначає термін «єдине інформаційне вікно».

Для реалізації електронної взаємодії між усіма учасниками процесу надання адміністративної послуги авторами запропонована технологія, яка полягає в побудові єдиних інформаційних вікон на основі вбудованих моделей. Модель описує і управляє процесом переміщення документів.

Розглянемо використання запропонованої технології на прикладі адміністративної послуги з ліцензування діяльності вищих навчальних закладів (ВНЗ). Перед побудовою її моделі слід виконати два підготовчі етапи.

По-перше, визначити всі типи документів, що будуть використані в процесі надання адміністративної послуги. Наприклад, тип документу «Справа» для процесу ліцензування діяльності ВНЗ є типом головного документу, що подає заявник до державного органу. Подача документу цього типу ініціює початок процесу. Типи «Наказ», «Рішення», «Протокол» є допоміжними і їх екземпляри документів формуються учасниками процесу з боку державної установи вже під час його виконання.

По-друге, визначити структуру організації, яка надає адміністративну послугу. Структура організації складається із відділ (підвідділів), співробітників і посад, що займають співробітники.

Після підготовчих етапів розробляється модель процесу надання адміністративної послуги. Опишемо дії, що виконуються при побудові моделі.

Визначення екземплярів типів документів. Для кожної моделі створюються екземпляри типів документів, визначених на підготовчому етапі. Наприклад, ліцензійна справа (тип «Справа»), протокол засідання експертної ради Державної акредитаційної комісії (ДАК) (тип «Протокол»), вмотивована письмова відмова в проведенні ліцензування (тип «Рішення»). В моделі можуть бути декілька екземплярів документів одного типу.

Визначення атрибутів моделі. Атрибути деталізуються перебіг та результати виконання процесу і несуть інформаційний характер для учасників процесу. Учасники можуть їх редагувати або переглядати. Для наведеного прикладу атрибутами моделі можуть бути: дата реєстрації ліцензійної справи, реєстраційний номер справи, дата роботи експертної комісії у ВНЗ, посилання на сторінку із рішенням ДАК.

Визначення етапів моделі. Логічно модель будь-якого процесу поділяється на декілька послідовно виконуваних етапів. Етап характеризується назвою, терміном виконання, типом виконавця, атрибутами, доступними для перегляду та можливими варіантами завершення. Виконавцем етапу може бути відділ організації, окремий співробітник або заявник. Наприклад, для етапу «Перевірка справи» виконавцем є співробітник організації – начальник відділу нормативного забезпечення та ліцензійної експертизи.

Визначення варіантів завершення етапу. Наступний етап по відношенню до виконуваного в даний момент етапу визначається із можливого варіанту завершення останнього. Тим самим формується логічна послідовність етапів моделі і визначається подальший перебіг процесу. Варіант завершення характеризується атрибутами і документами, доступними для редагування і завантаження виконавцем етапу, а також наступним етапом, який буде виконаний, якщо поточний етап завершиться даним варіантом. Наприклад, для етапу «Перевірка справи» можливі два варіанти завершення: «справа відповідає вимогам» – перехід на наступний етап, ніякі атрибути і документи не редагуються і не завантажуються; «справа не відповідає вимогам» – завершення процесу, атрибут редагування – «причина завершення», документ – «вмотивована письмова відмова в проведенні ліцензування».

Початкове налаштування моделі. Початкове налаштування моделі полягає у встановленні тривалості виконання процесу (кількість днів від дати подачі документів заявником до дати видачі адміністративного акту), визначенні початкового етапу, головного документу, доступних для перегляду заявнику атрибутів і документів по завершенню виконання процесу. Наприклад, налаштування моделі процесу ліцензування буде таким: тривалість виконання – 120 днів; початковий етап – «Реєстрація ліцензійної справи»; головний документ – ліцензійна справа; атрибути, що відображаються заявнику по завершенню опрацювання справи – реєстраційний номер, посилання на рішення ДАК; документи, доступні заявнику по завершенню процесу – наказ «Про видачу ліцензії», вмотивована письмова відмова у проведенні ліцензування.

Практична реалізація описаної технології виконана у вигляді web-системи, де створені на її основі моделі зберігаються в файлі форматі xml. На рис. 1 наведена ієрархічна структура такого файлу. Для його інтерпретації був використаний метод, запропонований авторами статті [3]. Система надає весь необхідний функціонал побудови моделей і їх виконання. Для кожної адміністративної послуги будується своя модель. Особливістю запропонованої технології є те, що вона дозволяє динамічно формувати інтерфейс користувача для виконання етапів моделі. Виконання моделі починається із завантаження в систему заявником головного документу – ліцензійної справі. В результаті створюється екземпляр моделі і починається переміщення документу згідно з визначеним алгоритмом. Тобто, модель управляє процесом. Описана технологія дозволяє реалізувати інформаційну підтримку єдиних вікон будь-якої організації, яка надає адміністративні послуги, а також може бути використана для побудови систем електронного документообігу.

Рис. 1. Ієрархічна структура xml-файлу моделі

Література. **1.** Про заходи щодо упорядкування адміністративних послуг [Електронний ресурс] : (Постанова від 17 липня 2009 р. № 737). – Київ: Кабінет Міністрів України. – 2009. – Режим доступу: . – Назва з екрана. **2.** Тиндюк А. М. Впровадження механізмів електронної взаємодії органів державної влади за принципом «єдиного вікна» для надання адміністративних послуг на основі електронної інформаційної системи «Електронний регіон» [Електронний ресурс] / Тиндюк А. М., Демещик А.М. Режим доступу: . – Назва з екрана. **3.** Казимир В.В. Метод проектирования Internet-ориентированных информационно-управляющих систем на основе стандарта XML / Казимир В.В., Мирошниченко В.М., Пастухов А.В. // Проблемы программирования.– 2002.–№1-2. Специальный выпуск. – С. 326–332.

Ходаков В.Е., Величко Ю.И.
Херсонский национальный технический университет, Херсон, Украина

Способ внедрения системы адаптации в интерфейс программного продукта

В данной работе предложен подход внедрения системы адаптации в программные продукты имеющие пользовательский интерфейс.

Постановка задачи. Проблема внедрения механизмов адаптации в пользовательский интерфейс, с технической стороны, заключается в привязке к реализации системы. Из-за чего разработчикам ПО необходимо создавать модуль адаптации заново для каждого интерфейса. Универсальная система адаптации интерфейса (САИ) позволила бы, за счет повторного использования, делать ПП с адаптивным интерфейсом при меньших затратах. В данной работе будет описана модель САИ не зависящая от реализации интерфейса.

Основной материал. За годы разработки программных продуктов разработчики выработали ряд конструкций применение которых способствует увеличению производительности труда программиста и улучшению структуры программы, за счет универсальных подходов по решению схожих задач в различных ситуациях. Эти конструкции носят названия – «шаблоны проектирования» или «паттерны проектирования» [1]. Разработка программ с пользовательским интерфейсом, как правило происходит согласно одному из следующих паттернов:

- Facade – Фасад;
- Model-View-Controller(MVC) – Модель-Представление-Контролер;
- Model-View-Presenter(MVP) – Модель-Представление-Представитель;
- Model-View-ViewModel(MVVM) – Модель-Представление-ПредставлениеМодели.

Разумеется, что существуют и другие принципы построения программ с пользовательским интерфейсом, но их зачастую можно свести к вышеперечисленным.

Основной чертой вышеуказанных методов является отделение реализации системы, от реализации интерфейса, что позволяет говорить о проектировании, реализации и последующем функционировании интерфейса как об отдельно стоящей задаче, ни как не связанной с логикой работы программы. По этому модуль адаптации может быть внедрен в интерфейс без какого либо вмешательства в структуру и функционирование системы. САИ ни каким образом не зависит от предметной области или реализацией ядра программного продукта, поскольку ее единственной задачей является изменения интерфейса согласно нужд текущего пользователя. Тогда место модуля адаптации, определяется его функциональным назначением, и требованиями к реализации, как показано, на рис 1.

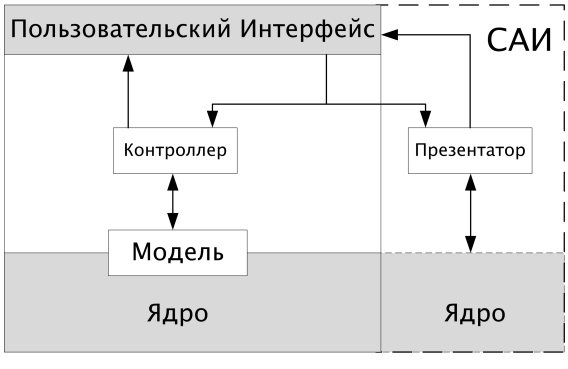


Рис. 1. Структура программного продукта включающего САИ

На приведенном рисунке видно что САИ может быть построена по шаблону MVP, в котором: Представление – интерфейс программного продукта. Презентатор – структура отвечающая за взаимодействие между интерфейсом и ядром САИ.

Ядро САИ – представляет собой программную реализацию адаптации пользовательского интерфейса. Основной задачей ядра САИ является изменение параметров интерфейса пользователя в зависимости от текущей МП. Основное преимущество построения САИ по выше представленной модели является отделение логики адаптации интерфейса от механизмов реализации этой адаптации. Как мы видим на рис.1, ядро САИ является независимым модулем, не связанным с интерфейсом напрямую, это приводит к тому, что ядро САИ может быть реализовано независимо от интерфейса. В таком случае функции изменения интерфейса будут возложены на контроллеры (презентаторы) САИ. В их задачу будет входить реализация команд по изменению интерфейса в терминах самого интерфейса. Соответственно контроллер САИ полностью зависит от способа реализации интерфейса и должен быть с ним полностью совместим.

САИ можно разделить на три модуля – ядро, контроллер и модуль коммутации. Такой подход построения САИ позволяет не только внедрить механизмы адаптации в интерфейс не задевая самой системы, но и реализовать адаптацию по клиент-серверной схеме, когда одно ядро может производить адаптацию нескольких интерфейсов совершенно различных по реализации программных продуктов (рис.2).

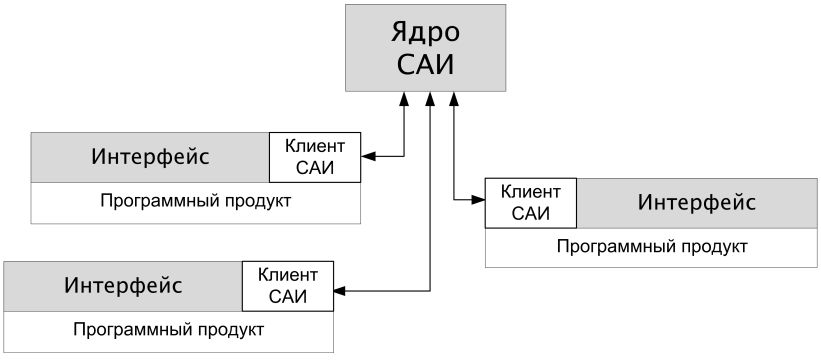


Рис. 2. Клиент серверная архитектура, включающая САИ

Возможность реализации клиент-серверной архитектуры в наши дни является важным свойством, поскольку позволяет использовать САИ не в конкретном продукте, а одновременно в нескольких различный приложениях работающих с одной и той же системой. При этом адаптация интерфейса будет производится синхронно для конкретного пользователя, на всех устройствах, с помощью которых он взаимодействует с системой. Более того, одно ядро САИ может обслуживать одновременно несколько клиентских соединений для различных пользователей, что приводит к необходимости создания единой базы знаний о пользователях САИ внутри ядра САИ. Этот шаг будет способствовать улучшению процесса адаптации для отдельно взятого пользователя, поскольку позволит использовать статистическую информацию из других моделей данной системы.

Заключение. В данной работе, предложен способ реализации системы адаптации интерфейса, независящий от реализации интерфейса. Показано, что если программа имеет архитектуру разделяющую реализацию интерфейса и логику модели функционирования, то внедрение САИ ни как не повлияет на общую архитектуру и процесс функционирования. Так же приведена реализация САИ по клиент серверной технологии, позволяющей применять единый функциональный аппарат для параллельной адаптации интерфейса для различных программных продуктов.

Литература. **1.** Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Примеры объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. - СПб.: Питер, 2010. - 368с.:ил.

***Чайников С.И.*[1] *Солодовников А.С.*[2]**

[1]*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина;* [2]*Харьковский национальный медицинский университет, Харьков, Украина*

Организация обмена данными между вычислительными процессами в диалоговой системе

Существует разнообразное количество подходов и технологий проектирования программных средств (ПС). Все они имеют свое применение в зависимости от сложности предметной области (ПрО) и условий, в которых программное обеспечение (ПО) должно функционировать. Большинство современных информационных систем (ИС) разрабатывается с учетом модульного принципа, что дает ряд преимуществ, например, в выборе языка программирования или локализации мест ошибок при отладке ПС. В этой связи и структура диалоговой системы (ДС) должна быть организована так, чтобы взять на себя бóльшую часть вычислений, оставляя пользователю функцию контроля результата вычислительных процессов и ввода необходимой информации. Структура ДС может быть легко описана с помощью ориентированного графа, приведенного к ярусно-параллельной форме (ЯПФ) [1]. Такая форма позволяет осуществить параллельную организацию вычислений и распределить вычислительные процессы на компьютерных кластерах, к примеру, гетерогенных кластерах, или многопроцессорных системах, относящихся к классам SMP и NUMA. Предлагаемая ДС [2] состоит из управляющего объекта и объекта управления. Для организации функционирования ПС объект управления рассматривается в качестве модели ПрО. При этом в процессе моделирования выделяют три источника знаний о ПрО [3]: 1) элементы данных и документы, используемые в процессах функционирования 2) выполняемые функции и решаемые задачи 3) основные понятия, закономерности и отношения между объектами. Анализ источников дает возможность формализации объектов и связей ПрО на основе граф-модели, допуская динамическое планирование вычислений [3].

Формальное описание модели ДС выглядит следующим образом. Пусть задан граф:

$$G = (V, X), \tag{1}$$

где V – множество вершин v, а X – множество дуг $x_{ij} = (v_i, v_j)$ графа G, соединяющих вершины v_i и v_j между собой, для которых задано направление. Тогда множеству вершин V сопоставляется множество макроопераций M, которые выполняются определенными программными модулями. Множеству дуг сопоставляется множество потоков данных D между модулями. При этом каждая дуга $x_{ij} \in X$ характеризуется парой (d_{ij}, t_{ij}), где $d_{ij} \in D$ – пересылаемые данные между v_i и v_j вершинами, а t_{ij} – время, необходимое на пересылку этих данных. В процессе анализа ПрО выделяются основные элементы и связи между ними. Такой анализ приводит к построению граф-модели ПрО вида

$$Pr = (Vpr, Xpr), \tag{2}$$

где Vpr – множество вершин графа ПрО, которым соответствуют подсистемы объекта автоматизации (функциональная подсистема), а Xpr – множество ориентированных дуг, соединяющих вершины, которым соответствуют потоки данных между подсистемами. Так как топологии при заданных графах (1) и (2) должны соответствовать друг другу выполняется функтор отображения вида:

$$\delta : Pr \to G \tag{3}$$

В целях регламентирования последовательности транзакций и вида обмена сообщениями между пользователями и ДС определяется спецификация программы, то есть набор требований к ней. Для i-го программного модуля определяется спецификация $Sp_i \in SPC, \forall i = \overline{1,n}$, где SPC – множество спецификаций, вида:

$$Sp_i = \{D^{in}, D^{out}, T^{in}, T^{out}, R^{in}, R^{out}, F\}, \tag{4}$$

где D^{in} – множество входных массивов данных, D^{out} – множество выходных массивов данных, T^{in} множество типов входных данных, T^{out} – множество типов выходных данных, R^{in} –

множество правил ввода входных данных модуля, R^{out} – множество правил вывода выходных данных модуля, F – множество управляющих воздействий i-го модуля. Для обеспечения хранения информации о выполненных вычислениях, текущем состоянии ИС и предоставления этой информации по запросам как пользователя, так и некоторого программного модуля, используются кортежи данных. Кортеж данных C для каждой вершины v_i, который в дальнейшем будет базой для организации хранения информации о работе ИС в базе данных, определяется следующим образом:

$$C_i = \{UserID, TimeOp, NumV, DataRes, DataInp, PCallPar\}, \quad (5)$$

где UserID – идентификатор пользователя, активировавшего процедуру, TimeOp – время активации процедуры, NumV – номер вершины, инициализирующей вычислительный процесс, DataRes – ссылка на массив данных, полученных в результате вычислений i-ой процедуры, DataInp – ссылка на входные массивы данных для i-ой процедуры, PCallPar – параметры вызова i-ой процедуры. Входные и выходные данные процедуры записываются в виде векторов данных:

$$Data_{Res} = \{d_q^{RES}\}, \forall q = \overline{1, Q}; Data_{Inp} = \{d_p^{INP}\}, \forall p = \overline{1, P}, \quad (6)$$

где Q, P – количество всех выходных и входных элементов данных. Сформированное формальное описание ИС и ПрО используется далее для построения детальных графовых моделей (таких как информационный граф или граф управления). В дальнейшем по полученным моделям производится построение и отладка программного средства.

Для управления набором ресурсов, которые должны удерживаться в памяти в любой момент времени выполняется описание функционирования ДС на основе конечного автомата (КА). Состояние приложения определяется как совокупность значений всех его переменных. Значения меняются под воздействием внешнего события и для определения состояния КА используется переменная перечисления, сохраняющаяся в памяти. Каждый конкретный набор данных всегда будет переводить КА в одно и то же множество состояний, которое называется предысторией КА. В случае эквивалентных предысторий, если они одинаковым образом влияют на дальнейшее поведение автомата, хранится в памяти только их класс эквивалентности [4], что обеспечивает оптимизацию памяти ИС. Кроме того, КА позволяет осуществлять централизованное явное управление ПС [5]. Для ДС определяется КА следующим образом:

$$A = \{S, X, Y, s_0, \delta, \lambda\}, \quad (7)$$

где S – конечное непустое множество состояний; X – конечное непустое множество входных сигналов (входной алфавит); Y – конечное непустое множество выходных сигналов (выходной алфавит); $s_0 \in S$ – начальное состояние; $\delta : S \times X \to S$ – функция переходов; $\lambda : S \times X \to Y$ – функция выходов. КА информационной системы для заданной модели ПрО определяется в виде графа переходов.

Описанные и структурированные элементы граф-модели ПрО позволяют подробнее разработать алгоритмы функционирования исполнительной подсистемы диалоговой системы. А также построить математическую модель, информационной системы с точки зрения динамики развития, что в свою очередь позволяет оценить характеристики надежности информационной системы.

Литература. **1.** Воеводин В.В. Параллельные вычисления [Текст] / В.В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб.: БВХ-Петербург, 2002. – 608 с. **2.** Чайников С.И. Принципы организации вычислений на базе граф-модели предметной области [Тект] / С.И. Чайников, А.С. Солодовников // Бионика интеллекта: науч.-техн. журнал. – 2012. – №2 (79). – С. 72-75. **3.** Кокорева, Л. В. Диалоговые системы и представление знаний [Текст] : справ. пособие / Л.В.Кокорева,О.Л.Перевозчикова,Е.Л.Ющенко. - Киев : Наук. думка, 1993. - 446 с. **4.** Карпов Ю. Г. Теория автоматов [Текст] / Ю. Г. Карпов. – СПб.: Питер, 2003. – 208 с. **5.** Салмре И. Программирование мобильных устройств на платформе .NETCompactFramework [Текст] / Иво Салмре, пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс». – 2006. – 736 с.

Шакалов Ю.В., Зайцев В.Г.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ФПМ, Київ, Україна

Алгоритм захисту JPEG-зображень за допомогою цифрового водяного знаку

Ця стаття присвячена захисту JPEG-зображень за допомогою цифрового водяного знаку. Розглядаються важливість та необхідні риси такого захисту, а також пропонується алгоритм, що використовує помилки округлення під час етапу квантизації JPEG-ущільнення для збереження цифрового водяного знаку як унікального ідентифікатора зображення

Вступ. Подання зображень чи відео у цифровому вигляді має багато переваг над традиційними способами, як-от: відбиток на папері чи кіноплівка. Цифрові зображення легко і недорого копіювати, простіше розповсюджувати. З іншого боку, ця легкість створення копій цифрових даних робить складнішим дотримання авторських прав. Зі зростанням популярності цифрових зображень і відео виникає нагальна необхідність системи їх захисту від несанкційованого копіювання.

Постановка задачі. Задача полягає у визначенні необхідних параметрів захисту JPEG-зображень та розробці алгоритму їх захисту за допомогою цифрових водяних знаків.

Аналіз поставленої задачі. Ефективний цифровий водяний знак(ЦВЗ) мусить мати наступні властивості [1], [2]:

- Непомітність: цифрові водяні знаки не можуть погіршувати якість зображення, що захищають;
- Стійкість: видалення цифрового водяного знаку без значного погіршення якості зображення має бути складним (якщо не неможливим). Зокрема, цифровий водяний знак має бути стійким до наступних маніпуляцій із зображенням:
  - загальні операції з обробки сигналу, як-от додавання шуму, зміна яскравості, зміна контрасту та переквантизація;
  - загальні геометричні викривлення, як-от переміщення, маштабування, поворот і кадрування; домовленість кількох користувачів, що володіють одним і тим самим зображенням з різними цифровими водяними знаками з метою їх видалення.

Для використання цифрового водяного знаку у критичних до швидкодії випадках його додавання до даних має бути ефективним. Наприклад при відеомовленні наживо, додавання ЦВЗ до кожного кадру має суттєво не впливати на затримку обробки відеосигналу.

Ідея алгоритмів додавання та виявлення ЦВЗ. Під час JPEG-ущільнення, квантизація складається з нормалізації та округлення [3]. Перед округленням можна отримати нормалізоване значення близьке до *.5 (тобто будь-яке значення з дробовою частиною, що близька до 0.5), наприклад, якщо DCT коефіцієнт дорівнює 22 і відповідний рядок таблиці квантизації дорівнює 4, тоді як нормалізоване значення отримаємо 5.5. За застосування звичайного округлення результатом буде 6, однак насправді округлення до 5 чи до 6 не дуже сильно впливає на якість зображення. Цю властивість можна використати для вбудовування цифрового водяного знаку.

Необхідно точно визначити поняття "близько до *.5" перед детальним поясненням алгоритму, що в свою чергу вимагає компромісу між стійкістю та якістю. Припустимо, що $[*.5-a, *.5+a]$ є проміжком, близьким до *.5. Чим більший проміжок, тим більше значень можна використовувати для збереження водяного знаку, але тим менша якість захищеного зображення. Користувач може вибрати необхідне значення з урахуванням своїх вимог застосування зображення. Було вирішено не використовувати DC-коефіцієнти, щоб водяний знак був стійкий до змін яскравості зображення.

Алгоритм додавання ЦВЗ. Алгоритм додавання ЦВЗ може бути розділений на два етапи (рис. 1):

1. Підготовка. На вхід подається оригінальне зображення і параметр a, яке перетворюється у

файл-основу. Під час квантизації за допомогою параметру a визначаються та зберігаються у файл позиціювання всі позиції, де може бути записаний біт ЦВЗ, а потім в них вставляються нулі.

2. Додавання ЦВЗ. На вхід подаються файл позиціювання, файл-основа, і деяка бітова послідовність, що слугуватиме власне ЦВЗ. Виконуються такі кроки:
   a) застосування коду з корекцією помилок до бітової послідовності ЦВЗ;
   b) закодована послідовність вбудовується у файл-основу на позиціях, збережених у файлі позиціювання;
   c) повторення закодованого ЦВЗ, доки всі позиції будуть використані;
   d) завершення JPEG-ущільнення.

Алгоритм виявлення ЦВЗ. Алгоритм складається з п'яти етапів (рис. 2):

1. Нівелювати можливі геометричні викривлення зображення за допомогою афінних перетворень.
2. Отримати необроблені ЦВЗ дані із зображення за допомогою файлу-основи та файлу позиціювання, створених при записі ЦВЗ у файл.
3. Виконати нормалізацію отриманих значень, оскільки у деяких позиціях можуть трапитись значення, відмінні від 0 чи 1. Перетворення відбувається наступним чином: якщо $b <= 0$, тоді $b = 0$, інакше $b = 1$.
4. Відновити ЦВЗ за допомогою мажоритарного правила, аналізуючи всі отримані бітові послідовності ЦВЗ.
5. Застосувати декодування з корекцією помилок і виявити ЦВЗ.

Рис. 1. Схематичне зображення алгоритму додавання ЦВЗ

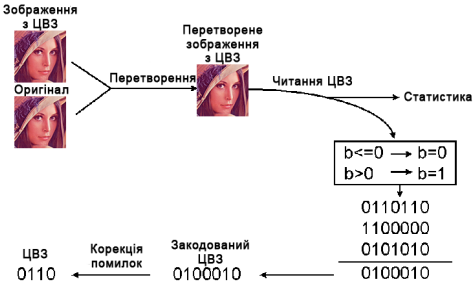


Рис. 2. Схематичне зображення алгоритму виявлення ЦВЗ

Висновок. Запропоновано метод захисту JPEG-зображень за допомогою ЦВЗ, що використовує помилки округлення під час етапу квантизації JPEG-ущільнення. За результатами експериментальних досліджень, якість захищених зображень не гірша, ніж звичайних JPEG-зображень. ЦВЗ є досить стійким до операцій з обробки сигналу (зміна яскравості та контрасту, гамма корекції, подальше ущільнення) та геометричних викривлень (масштабування, поворот). Більш того, вбудовування водяного знаку є дуже ефективним, бо відбувається під час ущільнення зображення і перед ентропійним кодуванням, тому метод може бути використаний при відео-мовленні наживо.

Література. **1.** Kumar M. Steganography and Steganalysis of JPEG Images. University of Florida Journal. January 2011, pp. 32–39. **2.** Грибунин В., Оков И., Туринцев И. Цифровая стеганография. – СПб: Солон-Пресс, 2002. – 277 с., ил. **3.** ITU CCIT T-81. Information technology digital compression and coding of continuous-tone still images requirements and guidelines. September 1992. **4.** Malek M. Coding Theory. California State University Journal. October 2004, pp. 17–24.

Швец О.А.
Virumaa College of Tallinn University of Technology, Kohtla-Jarve, Estonia

Виртуальная лаборатория как средство современного обучения и анализа знаний

В настоящее время развитие дистанционных методов обучения является одной из самых современных тенденций в области образования. Дистанционное обучение можно встретить почти в каждой сфере образования. Такой вид обучения особенно прогрессивно продвигается в сфере технического образования, например в автоматике, инженерии, информатике. Однако, основным препятствием использования дистанционной формы обучения в подготовке специалистов является невозможность дистанционного проведения лабораторных практикумов на базе традиционных технологий обучения. Таким образом, развитие технологий виртуальных лабораторий становится не менее приоритетным направлением, чем само развитие дистанционных методов обучения [1].

Предмет виртуальной лаборатории. Такой предмет, как удаленная лаборатория следует рассматривать с двух точек зрения: во-первых, это готовый проект, выполняющий свою задачу с точки зрения реализации, во-вторых, этот проект является научным инструментом для оценки качества образования с точки зрения применения на практике. Другими словами, возможность технической реализации удаленной лаборатории студентами, может быть рассмотрена, как качественная оценка получаемых ими знаний [2]. Особое значение дистанционные методы обучения имеют при использовании их для инженерных специальностей. Очень часто мы сталкиваемся с тем, что лабораторное оборудование для тех или иных специальностей и направлений имеет высокую стоимость и для его приобретения необходимы серьёзные финансовые вложений. Вместе с тем одно и тоже оборудование очень часто требует одновременного использования в разных сферах, направлениях и специальностях. Поэтому вопрос эфективного применения отдельных приборов, установок, агрегатов и целых лабораторий иногда остаётся не разрешёным и дорогие,в финансовом смысле устройства, могут простаивать. Время простоя такого оборудования может быть резко снижено за счёт применения к нему удалённых способов управления. Очень часто совсем несложные аппаратные и программные решения могут сделать доступным то или иное устройство для большого числа заинтересованных пользователей.

Реализация виртуальной лаборатории Таллиннского Технического Университета. Одним из примеров удалённой лаборатории, а также хранилища различных компетенций является удалённая лаборатория Таллиннского Технического Университета [3]. Данная лаборатория является учебной площадкой для различных направлений и учебных дисциплин. Любые учебные заведения и структурные подразделения Таллиннского Технического Университета могут принимать участие в деятельности данной лаборатории и предлагать своё оборудование для использования в учебных целях [4]. Принимая во внимание тот факт, что, как в других учебных заведениях, так и в самом Таллиннском Техническом Университете существует достаточно много различного оборудования, приборов и устройств, которые могли бы использоваться во время простоя в соседних учебных заведениях, создание такой виртуальной лаборатории является крайне актуальным. Ещё одним важным моментом такой реализации вертуальной работы может служить то, что она предоставляет централизованную базу данных вопросов и заданий для учащихся и может служить предметом анализа эффективности предлагаемых знаний, а также осуществлять обмен с другими подобными базами данных и хранилищами информации. Это представляет особое значение, т.к. зачастую хранилища данных и компетенций достаточно разделены и представляют собой удалённые распределённые базы данных.

Один из вариантов использования виртуальной лаборатории Таллиннского Технического Университета представлен в виде иерархической системы вопросов (рис. 1). Ниже приведены примеры учебного задания и практическая реализация учебного задания через встроенный Java – аплет (рис. 2). Следует отметить, что в данной ситуации испульзуется удалённое обору-

дование одного из структурных подразделений ТТУ. Особое внимание стоит уделить обратной

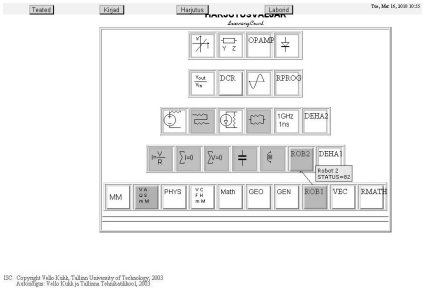


Рис. 1. Стартовая страница обучающей виртуальной лаборатории

Рис. 2. Реализация учебного задания через встроенный Java – аплет

связи, которую получает обучаемый находясь в виртуальной лаборатории. Достаточно успешно применяется цветовая разметка верных или неверных ответов на тестовые вопросы и задания, а также участий в лабораторных практикумах и экспериментах. Особо ценную информацию представляет накапливаемая база данных событий и компетенций в системе, на основе которой можно делать анализ эффективности знаний для каждого учащегося в том или ином направлении знаний [5]. Применяемые алгоритмы оценки создают достаточно гибкую систему вынесения решения по поводу уровня знаний учащегося и правильности выполненого практического задания. Становится очевидным актуальность применения и дальнейшего развития такого объекта как виртуальная лаборатория. Очень важно также осознание и дальнейшее научное исследование виртуальной лаборатории, не только как возможного способа визуализации эксперимента или хранилища данных, но и как возможность оценить и исследовать качество получаемых знаний.

Литература. **1.** Barney Dalgarno, Andrea Bishop and Danny Bedgood. The potential of virtual laboratories for distance education science teaching: reflections from the development and evaluation of a virtual chemistry laboratory. UniServe Science Improving Learning Outcomes Symposium Proceedings 2003, pp.90-95. **2.** K. Umbleja, V. Kukk, M. Janus. Analyzes of competence based approach to learning. International Conference on Engineering Education 2012 - Absract book, Turku, Finland, July 30 – August 3, 2012, p.83. **3.** http://iscx.dcc.ttu.ee **4.** O. Shvets, V. Kukk. Remote Laboratories as menas of automated systems study. In: Proceedings of the IADIS international conference e-learning 2011: IADIS International Conference e-Learning 2011 (part of the MCCSIS 2011 Conference),Rome, Italy, 20-23 July. (Toim.) IADIS Press, 2011, (2), pp. 439 - 443. **5.** M. Janus. The Interactive Learning Environment For Mobile Laboratories. Dissertation for the defence of the degree of Doctor of Philosophy in Control and System Engineering. Tallinn, Estonia, April 4, 2011, pp. 52-54.

Шевченко О.Н., Шевченко Д.С.
Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, Украина

Компьютеризированная система индивидуального обучения иностранному языку

В условиях углубления и расширения глобальной интеграции проблемы межъязыкового взаимодействия приобретают особую значимость. Большую роль в преодолении межъязыкового барьера призваны сыграть системы автоматизированного обучения иностранных языков. К настоящему времени они значительно уступают в эффективности методам прямого обучения иностранному языку с педагогом. Основной причиной такого положения является отсутствие ориентации автоматизированных систем на индивидуальные особенности и уровень знаний обучаемого. Достигнутый в последние годы рост характеристик персональных компьютерных систем открывает возможность решения этой проблемы.

Разработанная система позволяет оптимизировать и индивидуализировать процесс проведения учебного занятия. В рамках каждого занятия формируется набор из n упражнений $u_1, u_2, .., u_n$ направленных на достижение цели занятий. Каждое i-ое упражнение характеризуется набором параметров $u_i = \langle p_{i1}, p_{i2}, ..., p_{im} t_i \rangle$, где p_{ij} – коэффициент, определяющий нагрузку i-ого упражнения на j-ую дидактическую характеристику $(j = \overline{1,m})$, t_i – прогнозируемое время выполнения i-ого упражнения конкретным обучаемым. Время t_i рассчитывается по формуле $t_i = \sum_{j=1}^{m} \tau_j p_{ij}$, где τ_j – среднее время усвоения единичной нагрузки по j-ой дидактической характеристике для конкретного обучаемого. По каждой из m дидактических характеристик курса путем статистической обработки результатов предыдущих сеансов формируется оценка уровня усвоения обучаемого d_j. Исходя из значений d_j, определяются уровни приоритетов изучения каждой из существующей в курсе дидактической характеристики s_j.

Разработанная система выполняет планирование занятие - то есть осуществляет выбор такого множества упражнений, при котором достигается максимум дидактического эффекта исходя из ограничений на время обучения T и текущих знаний обучаемого. Планирование занятия выполняется путем расчета наиболее эффективного уровня нагрузки G_j по каждой j-ой дидактической характеристике. Численное значение G_j определяется из формулы: $G_j = T \cdot s_j / (\tau_j (s_1 + s_2 + ... + s_m))$. При планировании занятия выбирается множество υ, при котором объем нагрузки по каждой из дидактических характеристик должен быть не ниже определенного выше уровня G_j и достигается максимум суммарное значение дидактической нагрузки по каждой из характеристик. Формально, задача планирования занятия сводится к решению математической задачи поиска экстремума при наличии ограничений:

$$\upsilon = \arg\max \sum_{i \in \upsilon} \sum_{j=1}^{m} p_{ij}, \text{ при } \sum_{i \in \upsilon}^{n} p_{ij} \geqslant G_j, \forall j = \overline{1,m}.$$

В выполненной разработке для решения задачи поиска экстремума при наличии ограничений используется метод динамического программирования.

Проведенные экспериментальные исследования системы зафиксировали увеличение результативности обучаемого иностранному языку по сравнению с существующими компьютеризированными системами, которые не учитывают индивидуальные особенности и уровень знаний обучаемого. Опыт практического использования разработанной системы показал перспективность дальнейшего исследования возможностей использования новых достижений в области информационных технологий для обучения иностранному языку.

***Шпортько О.В.*[1], *Шпортько Л.В.*[2]**

[1] *Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне, Україна;* [2] *ДВНЗ "Рівненський коледж економіки та бізнесу", Рівне, Україна*

Застосування симетричних предикторів в процесі прогресуючого ієрархічного стиснення зображень без втрат

Запропоновані шумовий та трендовий симетричні предиктори для реалізації прогресуючого ієрархічного стиснення зображень без втрат. Досліджена ефективність застосування пропонованих предикторів для зменшення ентропії різних типів зображень.

У сучасному світі зображення є невід'ємною складовою мультимедійної інформації, що найчастіше створюється, накопичується і зберігається на цифрових носіях та передається каналами зв'язку. Компресія відповідних файлів дає змогу пропорційно підвищити швидкість обміну інформацією по мережі та зменшити обсяги використання дискового простору. На сьогодні кодування яскравостей пікселів зображень у популярних графічних форматах, які виконують стиснення без втрат (наприклад, у форматі PNG [1]), найчастіше здійснюється послідовно по рядках зверху вниз, а у кожному рядку – поспіль зліва направо. Як наслідок, вивести стиснуте зображення у цих форматах можливо лише після декодування всіх пікселів, а декомпресія фотокарток чи малюнків з мільйонами пікселів при такому способі обходу може тривати декілька секунд незалежно від розміру області та роздільної здатності пристрою виводу.

Поряд з цим для прискорення виводу великих зображень у форматах компресії з втратами найчастіше застосовують прогресуюче (поступальне) ієрархічне стиснення [2]. В процесі застосування цього підходу кожне зображення опрацьовують пошарово, збільшуючи щоразу роздільну здатність, причому в процесі послідовної обробки даних чергового шару використовують дані попереднього шару. Зображення з пікселів чергового шару фактично є зменшеною у декілька разів (найчастіше – у чотири) копією зображення з пікселів наступного шару, а останній шар співпадає з вхідним зображенням. Тому під час прогресуючого ієрархічного декодування деталі зображення проявляються поступово. Зупинити таке декодування можливо вже після декомпресії шару з кількістю пікселів, не меншою від області виводу по кожній з осей, не очікуючи відтворення всіх пікселів зображення.

З іншого боку, як відомо, стиснення зображень без втрат у графічних форматах найчастіше відбувається в три етапи: на першому яскравості пікселів перетворюються за допомогою предикторів, які збільшують нерівномірність розподілу значень яскравостей, зменшуючи тим самим ентропію [3]; на другому контекстно-залежне кодування зменшує надлишковості між подібними фрагментами; на третьому контекстно-незалежне кодування усуває надлишковості між переважаючими значеннями яскравостей компонентів. В процесі використання предикторів обчислюють і надалі кодують відхилення Δ_{ij} значення яскравості чергової компоненти піксела F_{ij} від прогнозованого обраним предиктором значення $predict_{ij}$ (i та j пробігають відповідно по всіх рядках та стовпцях зображення), але під час послідовного обходу пікселів предиктори можуть використовувати для прогнозування лише значення яскравостей суміжних пікселів з попередніх рядків та зліва у черговому рядку, що зменшує ефективність їх застосування.

П	2	П	2	П	...
2	1	2	1	2	...
П	2	П	2	П	...
2	1	2	1	2	...
П	2	П	2	П	...
...	...	...	...	...	...

Рис. 1. Схема прогресуючого ієрархічного опрацювання пікселів зображення на шарах, починаючи з другого

Враховуючи зазначене, у роботі [4] ми запропонували застосовувати принципи прогресуючого ієрархічного обходу пікселів і в процесі стиснення зображень без втрат так, щоб на першому шарі опрацьовувати принаймні 16 пікселів по кожній з осей, а на наступних шарах (рис. 1) обробляти проміжні піксели зо-

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

браження в два проходи: на першому послідовно опрацьовувати ті з них, які містяться на перетині діагоналей квадратів з вершинами у суміжних пікселах попереднього шару, а на другому обходити необроблені піксели між суміжними пікселами попереднього шару і першого проходу. На рис. 1 піксели попереднього шару позначені символом "П", а піксели першого та другого проходу - відповідно цифрами "1" та "2".

Відхилення яскравостей компонентів пікселів від значень, прогнозованих предикторами, як правило, обумовлені двома основними факторами [3]: "сильними" змінами – трендом та "слабкими" фоновими коливаннями – шумом. Якщо переважає перший фактор, то спрогнозуємо значення яскравості чергової компоненти піксела за допомогою трендового предиктора *ProgresPredict1*, в протилежному випадку – застосовуючи шумовий предиктор *ProgresPredict2*, тексти яких мовою С наведені нижче (тут a, b, c, d – яскравості тих самих компонентів найближчих опрацьованих раніше пікселів з попереднього шару чи проходу, які обходяться за годинниковою стрілкою).

```
char ProgresPredict1(char a, char b, char c, char d)
 {int pa, pb, p, pmin;
  pa=abs(a-c); pb=abs(b-d);
  if (pa<=pb) p=(a+c)/2
  else p=(b+d)/2;
  index=1; pmin=abs(a-p);
  if (abs(b-p)<pmin)  {index=2; pmin=abs(b-p); }
  if (abs(c-p)<pmin)  {index=3; pmin=abs(c-p); }
  if (abs(d-p)<pmin)  {index=4; pmin=abs(d-p); }
  if (index==1) return a; if (index==2) return b;
  if (index==3) return c; return d;}

char ProgresPredict2(char a, char b, char c, char d)
 {int pa, pb;
  pa=abs(a-c); pb=abs(b-d);
  if (pa<=pb) return (a+c)/2
  else return (b+d)/2; }
```

Як показали експерименти, застосування трендового предиктора виявилося ефективнішим для дискретно-тонових, а шумового – для фотореалістичних зображень. Рівень же кореляції яскравостей компонентів суміжних пікселів на останніх шарах істотно вищий від рівня кореляції цих яскравостей на перших шарах, особливо для дискретно-тонових зображень. Крім цього, для окремих дискретно-тонових зображень доцільно відмовитися від застосування предикторів як на другому, так і на третьому шарах, оскільки їх використання не зменшує довжину коду. Тобто предиктори слід застосовувати лише з того проходу і того шару, починаючи з яких їх використання зменшувати ентропію.

Надалі планується розробити спосіб комплексного застосування трендових та шумових симетричних предикторів для прогресуючого ієрархічного стиснення зображень без втрат з метою додаткового зменшення розмірів файлів стиснутих зображень.

Література. **1.** Миано Дж. Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии: Учеб. пособ. / Дж. Миано. – М.: Триумф, 2003. – С. 249-317, ил. – (Серія: Практика программирования). **2.** Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэломон. – М.: Техносфера, 2006. – С. 176. – (Серія: Мир программирования: цифровая обработка сигналов). **3.** Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. С. 17-62. **4.** Бомба А. Я. Реалізація прогресуючого ієрархічного контекстно-незалежного стиснення зображень без втрат / А. Я. Бомба, О. В. Шпортько, Л. В. Шпортько // Обчислювальні методи і системи перетворення інформації: Зб. праць II наук. техн. конф. – Львів: ФМІ НАНУ, 2012. – С. 149-152.

Щеголькова В.А.
Шосткинский институт Сумского государственного университета, Шостка, Украина

Возможности современных систем дистанционного обучения

Введение. По общему мнению экспертов ЮНЕСКО и правительств развитых стран строительство информационного общества, в частности поддержка должного уровня квалификации людей, возможна только за счет использования электронного обучения. Предполагается, что в ближайшем будущем две трети всего обучения будет осуществляться дистанционно [1].

В связи с этим многие высшие учебные заведения Украины работают над созданием собственных систем дистанционного образования или адаптируют хорошо зарекомендовавшие себя зарубежные системы. У дистанционного обучения есть свои преимущества: возможность обучаться на значительном удалении от учебного заведения, одновременное освоение нескольких курсов в разных университетах, индивидуализация обучения, получение образования для людей с ограниченными возможностями, расширение возрастных рамок, формирование виртуальных объединений, применение широкого спектра интерактивных средств обучения.

Однако, существуют и проблемные места: недостаточный контроль со стороны преподавателя, большая доля самостоятельного обучения, которая влечет за собой особые требования к самодисциплине и самоконтролю,технические трудности в поддержке творчества, необходимость в постоянном развитии программного обеспечения для реализации индивидуализированного обучения, трудоемкость разработки качественных дистанционных курсов. [2,3].

В данной работе выполнен обзор наиболее известных систем дистанционного обучения с точки зрения предоставляемых ими возможностей. Среди них: Atutor [4], Claroline, IBM Lotus Workplace Collaborative Learning [5], Moodle [6], Прометей [7], Виртуальный университет [8], «Веб-Класс-ХПИ»[9] и др. Рассматриваются две категории характеристик: общие и специальные. Наибольшее внимание уделено адаптивным возможностям, обеспечивающим индивидуализацию обучения.

Общие характеристики. Общие характеристики отражают требования, предъявляемые к любым пользовательским системам. 73% всех рассмотренных систем поддерживают более 3-х языковых локализаций. 82% придерживаются стандартов. Зарубежные системы в основном работают на базе SCORM, IMS. Другие зачастую пытаются выработать свой стандарт, который распространяется в пределах собственных курсов. Наряду с тем, что возможность расширения оглашена во всех системах, только 45% поддерживает открытый код и в большинстве случаев имеется зависимость от производителя.

Специальные характеристики. Это возможности, способствующие качественному и комфортному обучению в дистанционной системе (рис. 1).

Следует отметить, что практически все СДО имеют развитую среду разработки, тестовую подсистему и используют множество современных средств общения (форумы, чаты, электронные доски и т.д.) Все системы позволяют хранить данные об обучаемом в виде профиля, который чаще всего содержит персональные сведения, и намного реже - результаты обучения, мониторинг активности, время работы в системе и т.д. Модель обучаемого не выделяется в описании. Но все системы поддерживают группы обучаемых, из чего следует возможность адаптации к группе на основе данных профиля. Т.о. можно говорить об использовании скалярной или стереотипной модели обучаемого в 55% случаев. К сожалению ни одна из рассмотренных систем не работает с психолого-педагогическими характеристиками обучаемого, не проводит предварительного тестирования, не определяет предпочтений. Формирование групп в 82% случаев осуществляется тьютором, им же выполняется и адаптация к группе (72%) . Было бы неплохо иметь инструменты автоматизированного подбора групп по признакам обучаемого, а также передать системе часть функций по адаптации. Тем более, что работа с группами предусмотрена во всех СДО.

Если говорить об адаптивности систем вцелом, то в большинстве случаев она касается стратегий обучения и реализуется за счет предварительного формирования автором сценариев

Рис. 1. Специальные характеристики

обучения под отдельные группы обучаемых (Claroline, LAMS, Прометей, Webtutor, «Веб-Класс-ХПИ»). В более продвинутых вариантах управление выполняется автоматизированно (27%) на основе прогресса в изучении отдельно обозначенных элементов курса и организации правил перехода (SharePoint LMS, IBM Lotus Workplace Collaborative Learning, Виртуальный университет). В СДО «Веб-Класс-ХПИ» реализовано адаптивное тестирование.

Т.о. следует отметить, что очень малое количество СДО реализует адаптивное автоматизированное управление. В основном управление определяется автором курса и адаптируется тьютором на основании результатов тестирования. Благодаря открытости кода, модульности и стандартизации вполне реально расширить функциональность СДО управляющей системой, что позволит снизить нагрузку на тьюторов.

Литература. **1.** Блощинський І. Г. Історія створення, структура та аналіз сучасного стану впровадження дистанційної форми навчання у вищих навчальних закладах України/І. Г. Блощинський //Педагогічні науки. – 2011. -№59. – С. 7-11. **2.** Демида Б. Системи дистанційного навчання: огляд, аналіз, вибір/ Б. Демида, С. Сагайдак, І. Копил // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – 2011. – № 694. – С. 98–107. **3.** Томашевський В.М. Огляд сучасного стану систем дистанційного навчання / В.М. Томашевський, Ю.Л. Новіков, П. А. Камінська // Наукові праці: Науково-методичний журнал. -2011. -Т. 135. - Вип. 122. – С. 146-157. **4.** Atutor – Learning Management Tools [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://atutor.ca/ **5.** Claroline-lms [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://claroline-lms.ru/ **6.** IBM Lotus Workplace Collaborative Learning [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://icc.mpei.ru/documents/00000817.pdf **7.** Moodle [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://moodle.org/ **8.** Про систему дистанційного навчання «Віртуальний Університет» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://vu.net.ua/ **9.** «Веб-класс ХПИ» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://dl.kpi.kharkov.ua

Plenary talks

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

High Performance Computing and Microsystems Engineering

Progressive information technologies

Conference partners

03035, Киев, ул. Кудряшова, 14-Б
тел.: +380 44 390 5457
факс: +380 44 390 5458
www.epam.ua

О компании EPAM Systems (NYSE: EPAM)

Основанная в 1993 году, EPAM Systems является крупнейшим разработчиком заказного программного обеспечения и ведущим поставщиком ИТ-услуг с отделениями в Центральной и Восточной Европе.

На данный момент в штате работает около 8500 ИТ-специалистов. Дочерние компании расположены в США, Канаде, Венгрии, Великобритании, Германии, Казахстане, Польше, Республике Беларусь, Российской Федерации, Украине, Швеции и Швейцарии.

Компания EPAM Systems выполняет проекты для крупных заказчиков более чем 30 стран мира.

Основные услуги, предоставляемые EPAM Systems, включают в себя комплексную разработку заказного программного обеспечения и бизнес-приложений, интеграция приложений на базе продуктов SAP, Oracle, IBM, Microsoft; создание выделенных центров разработки, поддержки, тестирования и контроля качества программного обеспечения, а также ИТ-консалтинг с учетом отраслевой специфики бизнеса.

Понимая, что бизнес заказчиков очень специфичен и при этом стремительно меняется, а технологии все более усложняются, EPAM Systems осознает необходимость в формировании центров компетенции, аккумулирующих опыт и знания внутри различных предметных областей. В компании действуют и продолжают создаваться новые технологические и отраслевые центры, открывающие перед заказчиками широкие возможности по оптимизации разработки и поддержке широкого ряда ИТ-решений.

Акции EPAM Systems успешно котируются на Нью-Йоркской фондовой бирже NYSE с 2012 года (тикер: “EPAM”). Компания неоднократно получала высокие оценки в рейтингах международных организаций, включая признание среди ведущих компаний в Международной Ассоциации Профессионалов Аутсорсинга в 2011 году «Global Outsourcing 100» в категориях «Лидеры - технологии (аппаратное и программное обеспечение)» и «Лидеры - развлечения и медиа». Компания также входит в число лучших мировых поставщиков услуг «2011 Global Services 100» журнала Global Services Magazine и NeoAdvisory, которая включает EPAM в список всемирного «Top Outsourced Product Engineering Vendors» 3-й год подряд (источник: EPAM Systems).

EPAM Systems начала свою работу в Украине в январе 2006 года и уже насчитывает около 3000 сотрудников в Киеве, Львове, Харькове, Днепропетровске и Виннице. Украинский офис компании можно назвать самым быстроразвивающимся центром разработки компании.

EPAM Systems тесно сотрудничает в ВУЗами страны, поскольку рассматривает выпускников технических университетов потенциальными сотрудниками компании.

Яндекс

01030, Киев, ул. Б. Хмельницкого 19-21,
бизнес-центр «Леонардо», 2-я очередь, офис 30 (6-й эт.)
тел.: +380 44 586 41 48
факс: +380 44 586 41 48 доб. 6665
e-mail: pr@yandex-team.com.ua
www.yandex.ua

О компании Яндекс

Яндекс — крупнейшая российская поисковая система и интернет-портал. По данным Liveinternet за декабрь 2012 года, доля Яндекса в российском поиске составила 60,5%, а в украинском – 29,2%. Согласно исследованию gemiusAudience, в декабре 2012 года Яндексом в Украине воспользовались более 8,5 млн человек.

Главная задача Яндекса — отвечать на вопросы пользователей.

Компания «Яндекс» была основана в 2000 году. В 2005 году Яндекс вышел за пределы России, открыв интернет-портал Yandex.ua и представительство в Украине. Кроме Украины, Яндекс также присутствует в Беларуси и Казахстане, а в 2011 году запустил портал и сервисы для Турции.

Яндекс делится своими открытиями и технологиями в рамках конференций, научных семинаров и школ, а также поддерживает олимпиадные движения. Узнать о мероприятиях Яндекса, посмотреть видеозаписи семинаров и конференций, принять участие в интересных вам проектах можно на странице events.yandex.ru.

Школа анализа данных

В 2007 году Яндекс открыл Школу анализа данных (shad.yandex.ru). Это бесплатные двухгодичные курсы, которые готовят IT-специалистов в области обработки и анализа данных, а также извлечения информации из интернета. В ШАД студенты получают знания по тем разделам computer science, которые обычно не входят в университетскую программу.

В Школе студенты изучают:

- методы построения и анализа эффективных алгоритмов и структур данных;
- современные методы машинного обучения, обработки текстовой информации и распределенных вычислений;
- базовые разделы анализа данных (методы построения классификаторов и вычисления мер сходства между объектами, кластерный анализ, методы визуализации и сокращения размерностей);
- методы анализа специальных данных (изображений, символьных последовательностей, текстов на естественных языках и других структурных объектов);
- методы оптимизации, необходимые для построения основных вычислительных процедур (как для базовых задач, так и для специальных).

Школа анализа данных работает в Москве, Екатеринбурге, Киеве и Минске, а также в Санкт-Петербурге в рамках Computer Science Center. Студенты из других городов могут обучаться в Школе заочно. О том, как поступить в ШАД, читайте на странице shad.yandex.ru.

03067, Киев, ул. Выборгская, 78
тел./факс: +380 44 207 07 20
www.etalon.com.ua

О компании Эталон

ООО «Эталон-Украина» является крупнейшим производителем экологически чистой артезианской питьевой воды ТМ «Эталон».

Компания работает на рынке Украины с 1998 года и продолжает стремительно развиваться, занимая лидирующие позиции в данном рыночном сегменте.

Успешное развитие компании обеспечивают:

- уникальный источник воды;
- высокотехнологичное оборудование, внедряемое в производство;
- признание независимой некоммерческой организации NSF International, как высококачественный продукт соответствующий международным стандартам.
- наличие собственной и единственной в Украине физико-химической и микробиологической лаборатории, имеющую государственную аттестацию.
- широкий ассортимент продукции, предоставляемый клиенту.

Все виды воды ТМ «Эталон» изготавливают на основе уникального сырья — артезианской воды, которую добывают из собственной скважины глубиной 323 м. Эта вода идеальна по своему микро- и макро составу, не содержит никаких техногенных загрязнений, поскольку относится к категории вод глубоких слоев залегания (Юрского геологического горизонта).

Вода – самая волшебная из всех химических соединений, без воды жизнь на нашей планете никогда бы не зародилась и не смогла бы поддерживаться. Вода является химическим соединением двух молекул водорода и одной молекулы кислорода, двух невероятно активных и горючих субстанций, в процессе слияния которых получается вода. Вода уникальная субстанция, в отличие от других веществ вода не подается сжатия, а при замерзании не сжимается как все другие вещества, а расширяется. В основе всех живых организмов лежит вода, а только за ней углерод. В процессе свой жизнедеятельности наш организм растрачивает свои водные запасы, они уходят на пищеварительный процесс, в процессе создания новых клеток, охлаждения кожи, организм тратит воду на все без исключения процессы. Поэтому для нормального функционирования организма человеку в среднем нужно потреблять от 1.5 до 2.5 литров воды ежедневно.

Понятное дело, что такому важному продукту как вода нужно уделить достойное внимание, все таки вода задействована во всех процессах нашей жизнедеятельность, поэтому не уделять внимание столь важному продукту просто глупо.

Питьевая артезианская вода ТМ «Эталон» на сегодняшний день является первой и единственной в Украине водой, которая получила международный сертификат NSF International,

и качество которой признанно столь авторитетной и компетентной организацией в вопросах питьевой воды и продуктов питания.

Питьевая вода ТМ «Эталон» - это высококачественный продукт, соответствующий международным стандартам. Этот факт мы ежегодно доказываем, успешно проходя все этапы сертификации NSF International.

Организация NSF International (Национальный санитарный фонд) основана в 1944 году. Вот уже более 60 лет она является одним из признанных экспертов в здравоохранении и обеспечении безопасности жизнедеятельности человека, одной из самых авторитетных независимых некоммерческих организаций, сфера деятельности, которой – здоровье общества и защита окружающей среды.

Миссия NSF – предотвращение негативного влияния продуктов и предприятий, их выпускающих, на мировое население и экологию. NSF International разрабатывает стандарты качества, занимается образовательной деятельностью, производит независимое тестирование продукции и систем сертификации по всему миру. Национальный санитарный фонд (NSF) – единственный на сегодня центр по безопасности питьевой воды и пищевых продуктов, с которым сотрудничает Всемирная организация здравоохранения. Сертификация NSF во всем мире гарантирует потребителям экологичность производства, безопасность и высокое качество продукции и услуг компании.

В 2007 году производство воды ТМ «Эталон» впервые прошло аудит специалистами NSF International и уже в 2008 году мы получили свой первый международный сертификат NSF.

Ежегодный процесс сертификации по стандартам NSF – это длительная процедура, которая включает в себя несколько этапов.

На первом этапе производится начальный аудит специалистами NSF. В ходе аудита проводится тщательная проверка всего технологического процесса – от стадии добычи воды из скважины до её доставки клиенту.

На втором этапе представители NSF осуществляют отбор образцов производимой продукции для её анализа в специализированной лаборатории. Ежегодно образцы питьевой воды ТМ «Эталон» отбираются специалистами и отправляются в Барселону (Испания), где в лабораториях NSF специалисты проводят анализы по 150 физико-химическим и 7 микробиологическим показателям. Для сравнения, в Украине количество показателей для проверки качества питьевой воды в среднем не превышает 70 показателей.

На третьем заключительном этапе аудиторы NSF подводят итоги всех проанализированных показателей технологического процесса и результатов лабораторных исследований и оглашают свой вердикт касательно прохождения сертификации.

21 января 2013 года, после того, как мы вновь успешно прошли все этапы очередной проверки – мы получили наш шестой по счету сертификат NSF International, что более чем красноречиво свидетельствует о стабильно высоком качестве воды ТМ «Эталон», которая соответствует жестким международным стандартам.

Мы с гордостью можем заявить, что наличие сертификата NSF International гарантирует всем клиентам ООО «Эталон-Украина» неизменно высокое премиальное качество воды, которому можно доверить свое здоровье, а также здоровье и будущее своей семьи. Будьте с нами и мы всегда будем радовать Вас водой только наивысшего международного качества!

Сертификат является собственностью NSF International и может быть отозван, если на момент планового или внепланового аудита будет обнаружено какое-либо несоответствие стандартам. Такая система гарантирует постоянное соблюдение на заводе всех необходимых требований.

Сертификация NSF International означает, что качество продукции, процесс ее производства и упаковки, учета и транспортировки соответствует строгим международным требованиям.

Authors · Авторы · Автори

Bayas Sampedro Marcia Marisol, 31
Bazylevych Lubov Vasylivna, 16
Bazylevych Roman Petrovych, 16
Berbyuk, Victor E., 32
Bidyuk, Petro I., 36, 231, *see* Бідюк Петро Іванович
Bruzgys, Zygimantas, 382
Chaykivskyy, Nazar B., 376
Demydyuk, Myroslav V., 32
Didenko, Dmytro G., 371
Didkovska, Marina V., 373, 374, *see* Дидковская Марина Витальевна
Feinberg, Eugene A., 17
Girdzijauskas, Sarunas, 382
Hodych, Oles V., 376
Kanel, Polina O., 232, *see* Канель Полина Олеговна
Kasyanov, Pavlo O., 17
Khomenko, Olga V., 34
Konovalenko, Sergii N., 233
Lytwyn, Bogdan A., 32
Maikovych, Oleh L., 376
Makuh, Eugen R., 234
Makukha, Mykhailo P., 35
Matsuki, Yoshio, 36
Morozov, Ruslan Yu., 236
Myroshnikova, Irene Yu., 378
Navrotskyi, Denys O., 379
Nazarenko, Olga I., 37
Oparina, Olena L., 35
Podolsky, Sergey V., 380
Popper, Rafael, 28
Prokopiv, Yuriy O., 376
Proskurnia, Iuliia S., 382
Rodionov, Andrii M., 378, *see* Родіонов Андрій Миколайович
Shelvinskyi, Ihor M., 231
Skakun Sergii V., 343
Sobolevska, Iuliia V., 373, 374
Spectorsky, Igor Ya., 234
Tkanko, Oksana V., 383
Tymoshenko, Yurii O., 384, *see* Тимошенко Юрий Александрович
Voloshyn, Ighor V., 237
Zgurovsky, Michael Z., 17
Zorin, Yurii M., 380
Авдеев Борис Александрович, 172
Агеева Ирина Валерьевна, 43
Ажипа Наталія Миколаївна, 388
Ал Шиблак Муаз, 347
Алексахіна Інна Вікторівна, 389
Алєксєєва Катерина Андріївна, 394
Андриященко Георгий Владимирович, 242
Анцибор Даниил Викторович, 244
Аркуша Антонина Дмитриевна, 44
Артемова Галина Олеговна, 44, 81
Арчвадзе Нателa Нодариевна, 391
Бабич Ларіон Валерійович, 46
Бабиюк Глеб Геннадиевич, 246
Батіщев Олександр Сергійович, 247
Бахрушин Владимир Евгеньевич, 47
Бейко Іван Васильович, 19, 49
Белошицкая Оксана Константиновна, 140
Бенидзе Нана Нодаровна, 392
Бережной Владислав Григорьевич, 249
Берко Андрій Юліанович, 394
Берницына Валентина Андреевна, 81
Бєлушкін Максим Євгенійович, 436
Бідюк Петро Іванович, 252, 253, 288
Білущак Юрій Ігорович, 215

Бовсунівський Олександр Миколайович, 302
Богдан Ирина Валентиновна, 396
Богушевская Наталия Владимировна, 26
Бодрик Надія Петрівна, 50
Болдак Андрей Александрович, 427
Болдак Андрій Олександрович, 51
Борота Андрей Владимирович, 173
Бояринова Юлия Евеньевна, 53
Брагина Татьяна Игоревна, 398
Брагинский Игорь Львович, 413
Братусь Олена Вікторівна, 251
Британов Олексій Анатолійович, 400, 402
Бузань Игорь Валентинович, 152
Булаенко Диана Владимировна, 54
Булах Виталий Анатольевич, 55
Бурляй Игорь Владимирович, 404
Буценко Юрій Павлович, 57
Васильев Владимир Иванович, 58
Васильєв Олександр Сергійович, 446
Васянин Владимир Александрович, 205
Величко Віталій Юрійович, 406
Величко Юрий Игоревич, 491
Верес Олег Михайлович, 292
Виноградов Юрій Миколайович, 407
Винокуров Дмитро Сергійович, 255
Вишталь Дмитрий Михайлович, 58
Візнюк Олена Василівна, 158
Войтко Сергій Васильович, 62
Волжева Мария Владимировна, 345
Волк Максим Александрович, 347
Волкова Виолетта Николаевна, 60
Волошин Микита Ігорович, 256
Волошин Николай Владимирович, 257
Волощук Людмила Арнольдовна, 479
Воропаєва Вікторія Яківна, 99
Ворчак Игорь Александрович, 259
Гавенко Олег Віталійович, 408
Гавриш Олег Анатолійович, 62
Галицкая Ирина Евгеньевна, 66
Гера Богдан Васильович, 215
Гінзбург Марія Михайлівна, 263
Гладуш Андрей Игоревич, 151
Глушак Любомир Владимирович, 64
Глушко Ольга Юріївна, 407
Глущевський В'ячеслав Валентинович, 410
Гнатенко Павел Алексеевич, 260
Гоблик Анна Викторовна, 65
Говорущенко Теятна Олександрівна, 411
Годлевский Игорь Михайлович, 481
Годлевский Михаил Дмитриевич, 413
Голиков Сергей Павлович, 172
Голинко Игорь Михайлович, 66
Голік Андрій Олександрович, 267
Головко Николай Сергеевич, 414
Голоднов Кирилл Александрович, 67
Голуб Сергей Васильевич, 404
Голышев Леонид Константинович, 68
Гоменюк Оксана Вадимівна, 154
Гончарук Володимир Євтихієвич, 85
Гопяк Марія Ярославівна, 292
Горбань Наталія Володимирівна, 70
Горват Олександр Васильович, 71
Горелова Галина Викторовна, 20
Городецкий Виктор Георгиевич, 73
Городько Наталия Алексеева, 53
Горячая Вероника Александровна, 75
Гринева Елена Евгеньевна, 415
Гринченко Марина Анатоліївна, 77
Грицку Іон Петрович, 348
Грушко Светлана Сергеевна, 166
Грушко Світлана Сергіївна, 417
Губарев Вячеслав Федорович, 79
Губська Анастасія Олександрівна, 461
Гуз Тетяна Сергіївна, 252
Гузієнко Ірина Віталіївна, 474
Гуляницький Леонід Федорович, 261, 262
Гусарова Наталия Федоровна, 81
Гусарова Наталья Федоровна, 44

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Гученко Інна Володимирівна, 419
Давидок Анастасія Євгенівна, 212
Данилов Валерій Яковлевич, 83
Даниш Степан Тарасович, 421
Данченко Алла Леонидовна, 265
Дашук Валерий Александрович, 152
Дейбук Віталій Григорович, 348
Денисенко Александр Иванович, 84
Дерман Галина Юріївна, 90
Дехтярук Микола Трохимович, 430
Дидковская Марина Витальевна, 423
Дичко Аліна Олегівна, 38
Дідковська Марина Віталіївна, 270
Дмитрук Вероніка Аантоліївна, 85
Добренко Наталья Викторовна, 44, 81
Долгіх Ірина Петрівна, 99
Донченко Володимир Степанович, 87, 267
Драган Дмитро Дмитрович, 268, 349
Древаль Максим Михайлович, 269
Друк Андрей Юрьевич, 481
Дубинский Алексей Георгиевич, 424
Дубовой Володимир Михайлович, 90, 425
Дьоміна Анна Олександрівна, 91
Дяденко Ольга Николаевна, 79
Ефремов Константин Викторович, 427
Євтушенко Юлія Михайлівна, 114
Єгоров Ярослав Володимирович, 386
Єгорова Ольга В'ячеславівна, 238
Ємельянова Дар'я Ігорівна, 115
Єремєєв Ігор Семенович, 38
Жданова Елена Григорьевна, 249
Жданова Олена Григорівна, 71
Желдак Тімур Анатолійович, 271
Жеребко Валерій Анатолійович, 291
Жидков Андрей Сергеевич, 92
Жук Андрій Сергійович, 429
Забара Станіслав Сергійович, 430
Заболотня Тетяна Миколаївна, 388, 429, 435
Завгородній Костянтин Романович, 189
Заводник Вячеслав Владленович, 94
Завэртаный Валентин Викторович, 95
Заговора Ольга Владимировна, 432
Задворний Юрій Ігорович, 96
Заец Роман Васильевич, 97
Зайцев Володимир Григорович, 433, 456, 495
Зайцева Еліна Євгенівна, 99
Зайцева Ирина Владимировна, 101
Зайцева Катерина Алімівна, 103
Зайченко Елена Юрьевна, 246, 273
Зайченко Олеся Валерьевна, 118
Зайченко Юрій Петрович, 327
Зайченко Юрий Петрович, 274, 275, 277
Захаров Дмитрий Сергеевич, 319
Заяць Василь Михайлович, 104, 317
Звенигородский Александр Сергеевич, 278
Зеліковська Святослава Ігорівна, 106
Землянский Олег Николаевич, 280
Зенькович Михаил Валерьевич, 281
Зинченко Артём Юрьевич, 107
Зібарова Тетяна Андріївна, 144
Злотник Михаил Викторович, 217
Зражевська Наталія Григорівна, 156
Иванов Роман Владимирович, 81
Ивановский Николай Владимирович, 111
Иевлев Евгений Сергеевич, 455
Иевлева Светлана Николаевна, 283
Изотова Оксана Олеговна, 109
Илич Ярослав Игоревич, 203
Іванов Дмитро Геннадійович, 387
Іванов Станіслав Миколайович, 240
Івінський Антон Віталійович, 42
Івченко Віктор Анатолійович, 40
Йолкіна Ольга Олександрівна, 269
Каковський Вячеслав Олегович, 435
Канель Полина Олеговна, 284
Каніовська Ірина Юр'ївна, 106
Капшук Олег Олексійович, 436, 438
Карасюк Володимир Васильович, 240

15-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2013
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 27–31, 2013
ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Карпенко Дмитрий Игоревич, 335
Касимов Александр Меджитович, 109
Кизуб Лилия Анатольевна, 345
Килымник Олег Викторович, 440
Кириленко Елена Георгиевна, 441
Кирилычев Александр Александрович, 111
Киричек Александр Александрович, 443
Киричек Галина Григорьевна, 443
Киричок Тетяна Юріївна, 113
Кирюша Богдан Анатолійович, 350
Киселева Елена Михайловна, 285
Кисельов Геннадій Дмитрович, 351
Кисельова Ольга Геннадіївна, 114
Кислий Роман Володимирович, 352
Киян Максим Анатолійович, 286
Кісельова Олена Михайлівна, 126
Кльоц Юрій Павлович, 445
Коваль Олександр Васильович, 103, 446
Ковальчук Євген Олександрович, 290
Ковтун Алексей Алексеевич, 448
Козич Олег Васильович, 315
Козуля Марія Михайлівна, 218
Козуля Тетяна Володимирівна, 115
Коляда Юрій Васильович, 117
Кондратенко Владислав Валерійович, 438
Кондратенко Наталія Романівна, 287
Кондратова Людмила Павловна, 160
Концевич Валерий Георгиевич, 432
Коровин Антон Викторович, 357
Коршевнюк Лев Олександрович, 288
Коряшкина Лариса Сергеевна, 118
Коряшкіна Лариса Сергіївна, 126
Костюкович Светлана Николаевна, 119
Котенко Дмитро Андрійович, 449
Кошель Максим Олександрович, 461
Кравец Оксана Александровна, 119
Кравець Ірина Олександрівна, 290
Кравець Петро Іванович, 291
Кравченко Тетяна Володимирівна, 117
Красковський Олександр Павлович, 488
Краснюк Роман Петрович, 364
Кривцун Елена Владимировна, 163
Крикунова Ксенія Геннадіївна, 290
Кройтор Андрій Вікторович, 450
Круглий Максим Олександрович, 449
Крючковский Виктор Владимирович, 210
Кудерметов Равиль Камилович, 166
Кудря Володимир Григорович, 353
Кузнецова Юлия Анатольевна, 441
Кузнєцов Володимир Петрович, 121
Кузнєцова Наталія Володимирівна, 122
Кулешова Ольга Николаевна, 452
Кулик Ольга Олександрівна, 124
Кульбачный Константин Андреевич, 454
Куприянов Юрий Викторович, 475
Лабжинський Володимир Анатолійович, 57
Лановий Віталій Вікторович, 353
Лебідь Дмитро Олексійович, 332
Лескин Владимир Фатеевич, 472
Лесная Наталья Советовна, 455
Лесько Сергій Вікторович, 456
Лимаренко Инна Владимировна, 217
Литвин Василь Володимирович, 292
Литвинов Валерий Андроникович, 458, 459
Литовченко Андрей Александрович, 366
Ліщук Катерина Ігорівна, 449
Логинова Александра Викторовна, 60
Лопатин Алексей Константинович, 127
Лугова Ольга Юрьевна, 460
Лукашів Тарас Олегович, 129
Лукіна Тетяна Йосипівна, 291
Лысенко Александр Станиславович, 293
Льовкін Валерій Миколайович, 294
Лю Хунбо, 480
Любчик Леонид Михайлович, 22
Лях Андрей Юрьевич, 296
Мазурок Татьяна Леонидовна, 297
Майстренко Светлана Яковлевна, 458, 459

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Макаренко Александр Сергеевич, 95
Макаренко Олександр Сергійович, 200
Макеєнок Олександр Миколайович, 400
Малик Ігор Володимирович, 130
Малышевская Екатерина Николаевна, 299
Мальчевський Юрій Володимирович, 300
Марков Сергей Викторович, 119
Марковський Олександр Петрович, 461
Мартынов Виталий Владимирович, 92
Марченко Віталій Анатолійович, 462
Марчук Павло Петрович, 83
Масленникова Анна Викторовна, 20
Мастерной Игорь Олегович, 132
Матвієнко Дмитро Васильович, 463
Мащенко Елена Николаевна, 301
Мащенко Сергій Олегович, 302
Мегрелишвили Ричард Петрович, 465
Мелешко Владислав Валентинович, 467
Мельник Карина Владимировна, 134
Мержинський Євгеній Костянтинович, 410
Минухин Сергей Владимирович, 355, 357
Михайленко Яна Михайловна, 136
Мілявський Юрій Леонідович, 139
Можаровский Владимир Николаевич, 468
Мосолаб Олексій Олександрович, 488
Мурга Николай Алексеевич, 275
Мутталибова Шафаг Фируддин, 137
Муха Ірина Павлівна, 449
Найдьонов Іван Михайлович, 469, 470
Насальский Вячеслав Васильевич, 84
Настенко Евгений Арнольдович, 140
Начос Евгений Николаевич, 471
Негоденко Андрій Сергійович, 141
Недашківська Надія Іванівна, 142
Николаев Сергей Сергеевич, 304
Нікуліна Альона Олегівна, 143
Нічіков Євген Павлович, 446
Обламський Владислав Валентинович, 247
Овчарик Иван Иванович, 472
Оксанич Ирина Николаевна, 458, 459
Окушко Світлана Володимирівна, 144
Олефір Олександр Степанович, 306
Омельянчик Діана Анатоліївна, 307
Орєхова Наталія Артурівна, 91
Орлов Олексій Андрійович, 146
Осадчук Николай Павлович, 73
П'ятецький Павло Андріанович, 309
Піндак Роман Олегович, 147
Павленко Анна Ігорівна, 261
Палійчук Лілія Сергіївна, 149
Панков Иван Юрьевич, 473
Панкратов Владимир Андреевич, 150
Панкратова Наталия Дмитриевна, 151
Панкратова Наталія Дмитрівна, 154, 156, 157
Панкратова Наталья Дмитриевна, 152
Парис Юлия Павловна, 333
Пархомчук Дмитро Михайлович, 158, 159
Пашаев Намик Мухтар, 137
Пелых Владимир Владимирович, 359
Перепелкина Людмила Владимировна, 55
Петренко Анатолій Іванович, 24, 402
Печурин Николай Капитонович, 160
Печурин Сергей Николаевич, 160
Пигнастый Олег Михайлович, 161
Пилипенко Інна Віталіївна, 425
Пилипенко Інна Віталіївна, 90
Пинчук Вячеслав Павлович, 163
Письменний Ігор Олександрович, 310
Пікуляк Микола Васильович, 315
Повісенко Сергій Володимирович, 474
Поворознюк Анатолий Иванович, 311
Подколзин Глеб Борисович, 136
Подладчиков Владимир Николаевич, 331
Подладчіков Володимир Миколайович, 251, 286
Позднякова Анастасия Владимировна, 475
Поливода Владислав Володимирович, 477
Поливода Оксана Валериевна, 165

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Полищук Валентина Емельяновна, 73
Полтавський Дмитро Дмитрович, 292
Польская Ольга Владимировна, 166
Польська Ольга Володимирівна, 417
Поляков Артем Юрійович, 268, 349
Полянская Тамара Николаевна, 167
Попова Марина Викторовна, 101
Попович Михайло Миколайович, 169
Порушкевич Анатолий Юрьевич, 225
Потапенко Алексей Юрьевич, 171
Потапова Екатерина Романовна, 478
Правдивый Александр Вадимович, 118
Примостка Андрій Олександрович, 313
Приходнюк Віталій Валерійович, 406
Просвирнин Виктор Иванович, 172
Пховелишвили Мераб Гайозович, 391
Рагимов Рауф Махмуд, 137
Радюк Андрей Николаевич, 173
Райгородский Андрей Михайлович, 28
Реутов Олексій Андрійович, 174
Рибицька Ольга Мар'янівна, 317
Ризун Нина Олеговна, 176
Роговенко Андрій Іванович, 484
Родиненко Тарас Сергійович, 178
Родіонов Андрій Миколайович, 389, 450
Рожанчук Олександр Сергійович, 270
Розновец Ольга Игоревна, 479
Ролик Александр Иванович, 319
Романкевич Виталий Алексеевич, 480
Романов Валерий Владимирович, 467
Рубец Антон Викторович, 468
Рудакова Анна Владимировна, 165
Руденко Максим Сергійович, 321
Ручкин Константин Анатольевич, 334
Савельев Олег Олегович, 179
Савченко Алина Станиславовна, 182
Савченко Ілля Олександрович, 181
Савчук Олена Борисівна, 184
Сватко Віталій Володимирович, 185
Свистунов Сергей Яковлевич, 359, 360
Свитый Иван Николаевич, 242
Севастьянов Анатолий Константинович, 186
Севернюк Дмитрий Олегович, 322
Селін Юрій Миколайович, 188
Селезнёва Оксана Александровна, 249
Селиванова Алла Витальевна, 323
Селін Олександр Миколайович, 96, 141, 178
Семкин Владимир Владимирович, 217
Семчина Полина Владимировна, 285
Сергеев Алексей Александрович, 362
Сергеев Николай Сергеевич, 325
Сидорук Інна Анатоліївна, 327
Синельникова Ольга Игоревна, 54, 293
Сирота Елена Петровна, 26
Сіленко Вікторія Валеріївна, 253
Скатков Александр Владимирович, 197
Слюсаренко Алексей Александрович, 423
Смирнов Сергій Анатолійович, 386
Смирнов Юрій Миколайович, 247
Снитюк Віталій Євгенович, 189
Снігірьова Тамара Арменівна, 190
Снігур Ольга Олексіївна, 287
Соколова Надежда Андреевна, 210
Соловйов Володимир Миколайович, 192
Солодовников Андрей Сергеевич, 493
Солохін Сергій Олександрович, 463
Станкевич Александр Анатольевич, 481
Станкевич Олена Андріївна, 328
Степаненко Валентин Юрьевич, 66
Стефанишин Дмитро Володимирович, 194
Стрелец Виктория Евгеньевна, 195
Стусь Олександр Вікторович, 143
Сун Шаньшань, 478
Супрун В'ячеслав Володимирович, 489
Суханов Константин Юрьевич, 225
Сухарєв Дмитро Леонідович, 51
Табунщик Галина Владимировна, 398
Тавров Данило Юрійович, 482

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Танянский Сергей Станиславович, 415
Тараненко Юрий Карлович, 176
Тарасенко Володимир Петрович, 484
Тарасова Анна Владимировна, 197
Тарасова Ольга Валеріївна, 87
Таратухин Виктор Владимирович, 475
Татаринов Евгений Александрович, 329
Татарчук Леонід Михайлович, 489
Терентьєв Олександр Миколайович, 288
Терещук Ирина Викторовна, 199
Терновой Максим Юрьевич, 244, 259
Терпіль Євгеній Олександрович, 200
Тесленко Олександр Кирилович, 484
Тимофієва Надія Костянтинівна, 201
Тимошенко Юрий Александрович, 203, 304
Тимошенко Юрій Олександрович, 159
Тимощук Оксана Леонидовна, 204
Тихоненко Наталья Александровна, 486
Токарева Татьяна Анатольевна, 478
Трищук Олег Юрьевич, 480
Трончук Алексей Адамович, 195
Трофимчук Александр Николаевич, 205
Трохановський Владислав Ігорович, 117
Туз Юлій Михайлович, 488
Турінський Віталій Вікторович, 262
Угрюмова Екатерина Михайловна, 75, 195
Фабричева Елена Валерьевна, 331
Федорець Ольга Андреевна, 207
Федоречко Ольга Іванівна, 407
Фесечко Дар'я Володимирівна, 255
Фесюк Олександр Володимирович, 209
Филатова Анна Евгеньевна, 311
Фролов Вадим Анатольевич, 283
Фролова Галина Александровна, 441
Харченко Костянтин Васильович, 351
Харченко Марина Володимирівна, 489
Хнигічева Альона Михайлівна, 207
Ходаков Виктор Егорович, 210, 491
Ходневич Ярослав Васильович, 211
Холявкина Татьяна Владимировна, 182
Хорольский Олег Алексеевич, 424
Цегелик Григорій Григорович, 364
Цибаєв Євгеній Ігорович, 433
Чабан Ольга Олександрівна, 157
Чабаненко Дмитро Миколайович, 192
Чайников Сергей Иванович, 493
Чапля Євген Ярославович, 212
Чередниченко Ольга Юрьевна, 214
Чередніченко Ольга Юріївна, 77
Черненко Ольга Борисовна, 127
Чернишова Марина Олександрівна, 77
Чернуха Ольга Юріївна, 85, 212, 215
Чернышова Валерия Николаевна, 278
Чернявський Антон Сергійович, 306
Четырбок Пётр Васильевич, 277
Чёрный Сергей Григорьевич, 111
Чорноус Галина Олександрівна, 332
Чугай Андрей Михайлович, 217
Шабетя Александр Анатольевич, 333
Шадура Оксана Виталиевна, 359
Шакалов Юрій Валерійович, 495
Шапка Антон Сергеевич, 204
Шаронова Наталья Валеріївна, 218
Шафеев Роман Александрович, 220
Швец Олег Александрович, 497
Шевченко Андрей Юрьевич, 360
Шевченко Виктория Игоревна, 301
Шевченко Дарья Сергеевна, 499
Шевченко Евгений Александрович, 334
Шевченко Ольга Николаевна, 499
Шевченко Тетяна Олександрівна, 126
Шевчук Оксана Александровна, 222
Шеер Виктория Александровна, 475
Шелест Антон Викторович, 335
Шенгелия София Вахтанговна, 465
Шецирули Лия Дмитриевна, 391
Шимкович Володимир Миколайович, 291
Шовгун Наталия Виталиевна, 337

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf

Шпортько Леся Василівна, 500
Шпортько Олександр Володимирович, 500
Штогрина Елена Сергеевна, 259
Щеголькова Валентина Александровна, 502
Щелкалин Виталий Николаевич, 338
Щирба Олеся Вікторівна, 49
Юрченко Владимир Викторович, 366
Юрченко Игорь Валерьевич, 224
Якимчук Владислав Григорьевич, 225
Якунин Михаил Александрович, 227
Ясинский Владимир Кириллович, 224
Ясинський Володимир Кирилович, 129, 228
Яцишин Микола Миколайович, 147

ISBN 978-966-2748-33-8, revision 1.0 (2013.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2013.ebook.pdf