

Українська Федерація Інформатики
Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України
Вищий навчальний заклад Укоопспілки
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»
(ПУЕТ)

ІНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМНІ НАУКИ (ІСН – 2016)

МАТЕРІАЛИ

VII Всеукраїнської науково-практичної
конференції за міжнародною участю

(м. Полтава, 10–12 березня 2016 року)

За редакцією професор О. О. Ємця

**Полтава
ПУЕТ
2016**

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Співголови:

І. В. Сергієнко, д. ф.-м. н., професор, академік НАН України, генеральний директор Кібернетичного центру НАН України, директор Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України;
О. О. Нестуля, д. і. н., професор, ректор Вищого навчального закладу Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі».

Члени програмного комітету:

В. К. Задірака, д. ф.-м. н., професор, академік НАН України, завідувач відділу оптимізації чисельних методів Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України;
Г. П. Донець, д. ф.-м. н., с. н. с., професор, завідувач відділу економічної кібернетики Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України;
О. О. Ємець, д. ф.-м. н., професор, завідувач кафедри математичного моделювання та соціальної інформатики Вищого навчального закладу Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»;
В. А. Заславський, д. т. н., професор, професор кафедри математичної інформатики Київського національного університету імені Тараса Шевченка;
О. С. Куценко, д. т. н., професор, завідувач кафедри системного аналізу і управління Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;
О. М. Литвин, д. ф.-м. н., професор, завідувач кафедри вищої та прикладної математики Української інженерно-педагогічної академії;
П. І. Стецюк, д. ф.-м. н., с. н. с., завідувач відділу методів негладкої оптимізації Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України;
А. Д. Тевяшев, д. т. н., професор, академік Української нафтогазової академії, завідувач кафедри прикладної математики Харківського національного університету радіоелектроніки;
Т. М. Барболіна, к. ф.-м. н., доцент, завідувач кафедри математичного аналізу та інформатики Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

Інформатика та системні науки (ICN – 2016): матеріали I-74 VII Всеукраїнської науково-практичної конференції за міжнародною участю, (м. Полтава, 10–12 березня 2016 р.) / за редакцією О. О. Ємця. – Полтава : ПУЕТ, 2016. – 362 с.

ISBN 978-966-184-227-3

Збірник тез конференції містить сучасну проблематику в таких галузях інформатики та системних наук, як теоретичні основи інформатики та кібернетики, математичне моделювання та обчислювальні методи, математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем, системний аналіз і теорія оптимальних рішень. Представлено доповіді, що відображають проблеми сучасної підготовки фахівців з інформатики, прикладної математики, системного аналізу та комп'ютерних інформаційних технологій.

Розрахований на фахівців з кібернетики, інформатики, системних наук.

УДК 004+519.7
ББК 32.973я431

*Матеріали друкуються в авторській редакції мовами оригіналів.
За виклад, зміст і достовірність матеріалів відповідають автори.*

ЗМІСТ

<i>Сергієнко І. В., Литвин О. О.</i> Математичне моделювання прискорення коливань точок геологічного середовища в сейсмозвідці	12
<i>Алиев Т. А., Гулуев Г. А., Пашаев Ф. Г., Алиев М. Э., Ахмедов И. А.</i> Предпосылки применения fuzzy logic к анализу noise характеристик сейсмоакустических сигналов.....	15
<i>Азаренков В. И., Куценко А. С.</i> Системный подход к проблеме обеспечения надёжности средств вооружения и военной техники.....	17
<i>Алхасов С. Я.</i> Современные тенденции развития потребительской кооперации	20
<i>Аралова А. А.</i> Чисельна ідентифікація параметрів теплопровідності термопружного стану складеної циліндричної оболонки.....	25
<i>Аралова Н. И., Машкин В. И., Машкина И. В.</i> Математическая модель краткосрочной адаптации системы дыхания лиц, работающих в экстремальных условиях высокогорья	29
<i>Банзак Г. В.</i> Моделирование процесса технического обслуживания по ресурсу	31
<i>Банзак О. В.</i> Моделирование процесса технического обслуживания «по состоянию» с адаптивным изменением периодичности контроля.....	34
<i>Башкатов А. М., Нижегородова М. В., Помян С. В.</i> Организация сетевого доступа и уровней взаимодействия при изучении компьютерных дисциплин в ВУЗе	37
<i>Башиль С. Ю., Кривошлыков Е. А.</i> Дистанционный лабораторный практикум на основе виртуальных измерительных систем	40
<i>Білоус М. В.</i> Пре/пост-обробка даних для скінченно-елементного розв'язувача Nadra-3D з використанням вільного програмного забезпечення	42

Благовещенська Т. Ю. Чисельне моделювання вибору оптимальних зон побудови екологічно небезпечних об'єктів	45
Благодарёв А. Ю., Олейник А. А., Субботин С. А. Использование «глубокого обучения» в задачах сокращения размерности	48
Богаєнко В. О., Марченко О. О., Самойленко Т. А. Аналіз чисельного моделювання неізотермічного процесу неусталеної напірної фільтрації в ґрунтовому масиві	51
Вавилов В. В., Белоус Н. В. Экспериментальные результаты исследования вычислительной сложности работы JavaScript в современных браузерах	54
Вайсфельд Н. Д., Кривий О. Ф., Журавльова З. Ю. Плоска задача теорії пружності для півсмуги з поперечною тріщиною	57
Валах М. А., Бунь Р. А. Геоінформаційна технологія інвентаризації емісій парникових газів від лінійних джерел	59
Всущунова Н. А. Дискретизація задачі дифузії речовини в нанопористому середовищі	62
Вышинский В. А., Кононенко А. Ю., Слепец А. В. Алгоритмическая поддержка элементной базы ВМ	64
Гой Т. П. Числа Фібоначчі та параперманенти трикутних матриць	67
Грабар І. Г. Моделювання висоти і структури хаосу	70
Гришкун Е. А., Квитка Е. В. Оптимизация алгоритма решения задачи о назначениях при помощи технологии CUDA	74
Дворовенко Б. І. Розробка функціонального і сучасного сайту ресторану «Іжа.ua» з можливістю доставки готових страв	78
Демчик С. Л. Безпека інформаційних систем шляхом створення якісного програмного забезпечення	81

<i>Донець Г. П.</i> Задача про математичний сейф.....	84
<i>Доренський О. П.</i> Аналіз можливостей класів мереж Петрі для моделювання модулів програмного забезпечення складних систем	89
<i>Дреєв О. М.</i> Залежність фрактальної розмірності випадкової числової послідовності від функції густини розподілу	91
<i>Емец О. А., Емец А. О., Поляков И. М.</i> Новое представление граней общего перестановочного многогранника.....	93
<i>Євсєєва Л. Г., Глушко Ю. Ю.</i> Рух в інтервальних просторах	101
<i>Ємец О. О., Барболіна Т. М.</i> Оптимізаційні задачі на розміщеннях: властивості і розв'язування	108
<i>Ємец О. О., Ємец Є. М., Шаманський В. О.</i> Оператори кросинговеру в задачах оптимізації на перестановках	113
<i>Журба А. О., Журба Д. І.</i> Дослідження впливу параметрів фрактальних об'єктів, побудованих з використанням рекурсивних алгоритмів на їх розмірність.....	120
<i>Зеленцов Д. Г., Денисюк О. Р.</i> Адаптація метода скользящего допуска для решения задач оптимизации корродирующих конструкций.....	123
<i>Зеленцов Д. Г., Коструб Р. В.</i> Декомпозиционный метод решения дифференциальных уравнений некоторых классов.....	126
<i>Зражевська Н. Г.</i> Структурна схема вибору методів оцінювання динамічних мір ризику VAR і CVAR.....	128
<i>Зуєв Р. В.</i> Розробка інтернет-магазину «ROWER».....	131
<i>Іванов С. В., Вишневский А. С.</i> Социэкономический подход к системному анализу процесса модернизации.....	133
<i>Іванчук М. А., Малик І. В.</i> Побудова відокремлюваних ε-сіток двох множин.....	136
<i>Калініченко Ю. В.</i> Модель виділення точкового об'єкту на фоні, що містить помилкові відмітки.....	139

Каргапольцева Г. В. Про чисельну реалізацію методу скінченних елементів з оптимальним вибором базисних функцій (трикутні елементи)	141
Козин И. В., Зиновеева М. И. О множестве Лоренса в задачах дележа	144
Колєчкіна Л. М., Гриценко С. Є., Пічугіна О. С. Властивості багатокритеріальних оптимізаційних задач на комбінаторній конфігурації розміщень	146
Колєчкіна Л. М., Тесля Т. С. Забезпечення інформаційної підтримки для прийняття управлінських рішень на підприємстві	150
Косолап А. И. Решение общей задачи квадратичной оптимизации	153
Косолап А. И., Довгополая А. А. Оптимальное резервирование систем управления при минимальной надежности элементов	158
Костра В. В. Оценка использования медицинского лексического списка в компьютерном протоколе пользователя-врача	161
Костробій П. П., Маркович Б. М., Токарчук М. В., Візнович О. В. До проблем математичного моделювання субдифузійного імпедансу в електролітичних системах	163
Красиленко В. Г., Нікітович Д. В. Моделювання та дослідження багатопортової гетероасоціативної пам'яті	166
Круковський М. Ю. Ефективність систем електронного документообігу	169
Куценко А. С. Оптимальное управление квазистаическими термодинамическими процессами	172
Леонова М. В. Дослідження задач комбінаторної оптимізації на перестановках	174
Леонова М. В. Числові експерименти за алгоритмом Кармаркара при оптимізації на переставному многограннику, заданому звідною та незвідною системами	178

<i>Литвин О. М.</i> Метод підвищення точності розкладання в ряд Фур'є розривних функцій однієї змінної.....	181
<i>Литвин О. М., Коваленко Г. В.</i> Базисні поліноми 5-го степеня на «одиночному» трикутнику та їх використання для побудови інтерполяційного полінома на довільному трикутнику	184
<i>Литвин О. М., Литвин О. Г.</i> Реконструкція зображень з використанням скінченних сум Фур'є та Фейєра	186
<i>Литвин О. О., Чорна О. С.</i> Інтерлінація функцій в математичному моделюванні просторового розподілу деякої сукупності корисних копалин.....	189
<i>Марко М. Я., Цегелик Г. Г.</i> Задача оптимального розподілу коштів серед підприємств об'єднання з врахуванням їхніх потреб.....	193
<i>Марченко Д. А., Ємець О. О.</i> Алгоритмізація тренажеру з теми «Многогранник переставлень» дистанційного навчального курсу «Елементи комбінаторної оптимізації».....	196
<i>Меняйлов Е. С., Старцева А. В., Гайденко О. А.</i> Математические модели и популяционный метод решения многокритериальных задач стохастической оптимизации	198
<i>Мозолевич Г. Я., Пугач А. В.</i> Имитационная модель участка железнодорожной сети для управления движением поездов с использованием современных информационных технологий	201
<i>Морозов А. В., Панишев А. В.</i> Полиномиальный алгоритм нахождения взвешенного паросочетания в графе	204
<i>Нежурун В. И., Куваев В. Ю.</i> Метод вторичных источников в математическом моделировании печей рудной электротермии.....	207
<i>Нестеренко С. А., Становський Ан. О., Дадерко О. І., Оборотова О. О., Хуссain Валід</i> Моделювання структури комп'ютерних мереж відповідального призначення	210

Нечуйвітер О. П., Кейта К. В. Комп'ютерні технології розв'язування задачі наближеного інтегрування швидкоосцилюючих функцій багатьох змінних у випадку різних інформаційних операторів	212
Ойедаре Ойефемі Самуель. О программной реализации вычисления метрик в пространстве перестановок	214
Олексійчук Ю. Ф. Про комбінаторну задачу знаходження оптимального потоку	215
Ольховська О. В., Ольховський Д. М. Технології підтримки системи дистанційного навчання в Полтавському університеті економіки і торгівлі.....	219
Парфьонова Т. О. Про розробку тренажерів для дистанційного навчального курсу «Алгебра і геометрія»	221
Пашаев Ф. Г., Пашаев И. Ф., Пашаева С. Э., Алиев Б. М. Локальный поиск документов в корпоративной среде	223
Педоренко С. В., Ємець О. О. Розробка тренажеру для М-методу в дистанційному курсі «Методи оптимізації та дослідження операцій».....	226
Переяславська С. О. Застосування 3D-середовища програмування Alice при викладанні Java-технологій у вищому навчальному закладі	231
Першина Ю. І., Шилін О. В. Відновлення внутрішньої структури 3D об'єкта за відомими томограмами на системі довільних площин.....	233
Писаренко В. М., Чернышов Н. Н., Игнатенко В. В., Соколовский О. В., Магда А. В. Контроль состояния аккумуляторов в энергосистемах на солнечных элементах	236
Плюснев Д. С. Задача о напряженном состоянии бесконечного упругого слоя	239
Подольяк А. Н., Подольяк О. А. Сведение задачи поиска k-фактора к поиску звездного покрытия	241
Пономаренко А. П. Розгляд можливості використання математичних моделей задач розкрою для розміщення плоских взаємно орієнтованих об'єктів в заданих областях	246

Потерайло О. О. Алгоритмізація тренажеру з теми «Градiєнтний метод» дистанційного курсу «Методи оптимізації та дослідження операцій».....	248
Прилипко О. І. Математична модель і процедури організаційного управління ресурсами держав	252
Прокопович І. В., Духанина М. А., Шмараєв А. В., Кошулян С. В., М. Бакхер Надери. Информатизация метеорологического обеспечения специальных способов литья	255
Рамазанов С. К., Івченко Є. І. Еволюційні моделі соціально-еколого-економічної динаміки техногенного підприємства в умовах кризи	257
Рамазанов С. К., Івченко Є. І., Божко В. І. Особливості розвитку сучасних інформаційно-комунікаційних технологій	264
Романько М. В. Геоинформационный подход к определению местоположения логистического центра.....	267
Савельєва О. С., Торопенко А. В., Березовська К. І., Торопенко О. В., Хеблов Ісмаїл Когнітивні моделі в управлінні проектами і програмами	270
Сапунов С. В. Про поведінку мобільних агентів на регулярних графах.....	272
Скоб Ю. А., Евтушенко Д. В., Бондаренко Ю. В., Тищенко А. С. Численная оценка безопасности при техногенной аварии.....	275
Славiк О. В. Про один метод реставрації зображень.....	277
Смирнов А. А., Коваленко А. В. Исследование источников и причин риска разработки программного обеспечения, этапов и работ, при выполнении которых возникает риск.....	280
Смирнов А. А., Смирнов С. А., Дидык А. К. Алгоритм формирования базового множества маршрутов передачи метаданных в облачные антивирусные системы.....	282

Собко Д. О. Розробка програмної платформи для створення веб-тренажерів з математичних дисциплін	285
Сорокин Б. В. Модели взаимодействия web-приложений между клиентской и серверной частями	288
Становский А. Л., Бондаренко В. В., Добровольская В. В., Осам Абу Шена, Саух И. А. Оптимизация систем при связанных аргументах	290
Стецюк П. И., Долинский Э. С. Кратчайший k -вершинный путь в ориентированном графе	293
Тимофієва Н. К. Про способи аналізу вхідної інформації в комбінаторній оптимізації	299
Товажнянский В. И. Синтез структуры системы автоматического управления теплоснабжением	302
Толмачов В. В. Підходи розробки аналітичних CRM систем малого та середнього бізнесу	304
Томанова І. С. Про результати розв'язання тестової задачі про згин квадратної пластини жорстко защемленої на краях	307
Топилко П. І. Математичні та програмні засоби для аналізу емісії парникових газів в процесі виробництва електроенергії в Україні у 2008–2012 роках та аналіз результатів	310
Трофимчук О. М., Кліменков О. А. Розрахунок сейсмічного навантаження на зсуви за вимогами ДБН В.1.1-12:2014	312
Удовенко С. Г., Чалая Л. Э. Стратегии принятия решений в нечетких системах с подкрепляемым обучением	314
Ус С. А., Станина О. Д. Особенности решения многоэтапной задачи размещения	317
Харазішвілі Ю. М., Ляшенко В. І. Стратегічне планування сценаріїв стратегій розвитку з позицій економічної безпеки	320
Хіміч О. М., Попов О. В., Чистяков О. В. Про один алгоритм розв'язування часткової проблеми власних значень на гібридних комп'ютерах	323

Хімич О. М., Сидорук В. А. Дрібно-плитковий гібридний алгоритм факторизації розрідженої матриці.....	326
Чілікіна Т. В. Огляд тренажерів з дисципліни «Математичний аналіз» на прикладі розробок студентів напряму «Інформатика».....	329
Шевченко Р. І. Аналіз можливостей методу інформаційно-комунікативної компенсації для систем моніторингу надзвичайних ситуацій	330
Щестюк Н. Ю. Моделювання цін опціонів на базі гіпотези фрактального ринку	333
Юськів М. І., Цегелик Г. Г. Моделювання та ефективність доступу до послідовно організованих сторінок web-сайту для різних законів розподілу ймовірностей звертання до сторінок	336
Яремчук С. І., Скок К. О., Таценко В. О. Модифікація методу «Р-алгоритм».....	339
Chetverikov G. G., Tyshchenko O. O., Zmiivska S. V., Kurinnyi O. V., Horovyi I. U. Modeling of universal k-digital structures	343
Iwu Ifeanyi Michael. E-learning courses as a site “Platform for enterprise information systems”	348
Odima Jonathan. E-learning courses “Elements of combinatorial optimization” as a site	349
Odimegwu Remy Ifeanyi Development of the distant educational course in the form of web site “Informational networks”	350
Інформація про конференцію	353
Информация о конференции	357
Conference Information	361

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСКОРЕННЯ КОЛИВАНЬ ТОЧОК ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩАВ СЕЙСМОРОЗВІДЦІ

І. В. Сергієнко, д. ф.-м. н., професор, академік НАН України
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України;

О. О. Литвин, к. ф.-м. н., доцент
Українська інженерно-педагогічна академія
olegolitvin55@gmail.com

У доповіді розглядається новий метод покращення математичної моделі опису розподілу прискорення коливань геологічного середовища з використанням інформації про прискорення на поверхні і в точках заданої системи свердловин.

Sergienko I. V., Lytvyn O. O. Mathematical modeling acceleration vibrations of points geological environment in seismic exploration. In article are discussed new method to improve the mathematical model describing the distribution of acceleration fluctuations geological environment using information about the acceleration at the surface and at the points specified system of wells.

Ключові слова: СЕЙСМОРОЗВІДКА, ВЕКТОР ФУНКЦІЇ, ВЕКТОР ПРИСКОРЕННЯ, ІНТЕРЛІНАЦІЯ.

Keywords: SEISMIC EXPLORATION, VECTOR OF FUNCTION, ACCELERATION VECTOR, INTERLINEATION.

Дана робота присвячена розробці і дослідженню методу відновлення вектора

$$\vec{W}(x, y, z, t) = a_1(x, y, z, t)\vec{i} + a_2(x, y, z, t)\vec{j} + a_3(x, y, z, t)\vec{k}$$

у кожній точці (x, y, z, t) між даною системою неперетинних ліній на основі даних $\vec{W}0(x, y, t) = \vec{W}(x, y, 0, t)$ та

$$\vec{w}_k(z, t) = a_{1k}(z, t)\vec{i} + a_{2k}(z, t)\vec{j} + a_{3k}(z, t)\vec{k}, \quad (1)$$

$$a_{mk}(z, t) = a_m(X_k(z), Y_k(z), z, t), m = \overline{1, 3}, k = \overline{1, M}.$$

Одним з методів, що найбільш широко використовуються в сейсмічній томографії є метод побудови поля швидкостей на основі вимірювання перших часів прибуття сейсмічної хвилі в точки спостереження. Цей метод відносно легко реалізується на практиці, але має малу роздільну здатність при моделюванні структури геологічного середовища з тектонічними порушеннями. Крім того, як відмічається в роботі [1, с. 10], результативність пошукового буріння виражається імовірностями 0,3-0,5. На необхідність розробки нових підходів до проведення сейсморозвідувальних робіт вказується також в роботі [2]. В цій роботі автор пише, що не треба обмежуватися лише часами прибуття і ми повинні прагнути включити весь сейсмічний часовий ряд у вхідні дані і використати його в методиці отримання зображення. Запропонований в [3] метод використовує, в доповнення до методу знаходження швидкостей пробігу сейсмічної хвилі, також прискорення з якими коливаються частинки геологічного середовища у заданій системі вертикальних свердловин під час і після проходження сейсмічної хвилі.

Припущення про існування вектор-функцій (1) можна реалізувати на практиці лише за допомогою методів обчислювальної математики, оскільки сучасні акселерометри дозволяють отримати значення $\overline{w}_k(z_p, t_q), p = \overline{1, N}, q = \overline{1, Q}$. Але за допомогою цих даних можна побудувати деякі наближення $\overline{w}_k^*(z, t) \approx \overline{w}_k(z, t), k = \overline{1, M}$ і ними користуватися у подальшому. Аналогічне твердження справедливе і відносно вектор-функції $\overline{W}0(x, y, t)$.

Введемо систему базисних допоміжних функцій $h_q(x, y, z), q = \overline{1, M}$ з властивостями $h_q(X_p(z), Y_p(z), z) = \delta_{p,q}, 1 \leq p, q \leq M$, $\delta_{p,q}$ – символ Кронекера, та оператор

$$O\overline{W}(x, y, z, t) =$$

$$= \overline{W}0(x, y, t) + \sum_{k=1}^M \left[\overline{w}_k(z, t) h_k(x, y, z) - \overline{w}_k(0, t) h_k(x, y, 0) \right].$$

Теорема 1. Оператор \overline{OW} має такі властивості:

1. $\overline{OW} \Big|_{z=0} = \overline{W}(x, y, z, t) = \Big|_{z=0} = \overline{W}0(x, y, t)$.
2. $\overline{OW} \Big|_{x=X_p(z), y=Y_p(z)} = \overline{W}(X_p(z), Y_p(z), z, t) = \overline{w}_p(z, t), p = \overline{1, M}$.

Пропонується використання оператора $\overline{OW}(x, y, z, t)$ при побудові міжсвердловинної акселерометричної математичної моделі геологічного середовища за даними сейсмічного зондування, коли $a_{mk}(z, t), m = \overline{1, 3}, k = \overline{1, M}$ виміряні акселерометрами у кожній точці z відповідних свердловин у залежності від часу t , а $\overline{W}0(x, y, t)$ є вектором прискорення, вимірним в кожній точці поверхні планети. Ці експериментальні дані пов'язані з сейсмічними коливаннями геологічного середовища, на поверхні та у системі свердловин внаслідок землетрусу або штучно створених сейсмічних хвиль.

Список використаних джерел

1. Трофимов Д. М. Современные методы и алгоритмы обработки и анализа комплекса космической, геолого-геофизической и геохимической информации для прогноза углеводородного потенциала неизученных участков недр / Трофимов Д. М., Евдокименков В. Н., Шуваева М. К. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 320 с. – ISBN 978-5-9221-1389-2.
2. Нолет Г. Томография, использующая форму записи : В кн. : Сейсмическая томография. С приложениями в глобальной сейсмологии и разведочной геофизике / под ред. Guust Nolet ; пер. с англ. А. Л. Левшина и Б. Г. Букчина. – Москва : Мир, 1990. – Глава 13. – С. 318–341.
3. Method interlineation the vector functions on a system of vertical lines and its application in inter-chinks seismic tomography / Sergienko I. V., Deyneka V. S., Lytvyn O. M., Lytvyn O. O. // Proceedings of the 7-th World Congress on Industrial Process Tomography (2–5 September 2013). – Krakow, Poland. – 2013.

ПРЕДПОСЫЛКИ ПРИМЕНЕНИЯ FUZZY LOGIC К АНАЛИЗУ NOISE ХАРАКТЕРИСТИК СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Т. А. Алиев, академик, директор
Институт систем управления НАН Азербайджана
telmancyder@rambler.ru

Г. А. Гулуев, д. т. н, заведующий лабораторией
Институт систем управления НАН Азербайджана
scb_06@mail.ru

Ф. Г. Пашаев, PhD, ведущий научный сотрудник
Институт систем управления НАН Азербайджана
pasha.farhad@gmail.com

М. Э. Алиев, PhD, заведующий лабораторией
Нахичеванский университет
meftun-aliyev@rambler.ru

И. А. Ахмедов, аспирант
Институт систем управления НАН Азербайджана
irkan.ehmedov@gmail.com

Известно, что сеть сейсмоакустических сигналов, разработанная Институтом Систем Управления НАНА, состоит из 9-ти станций «робастного noise мониторинга аномальных сейсмических процессов» (RNM ASP) и Центра Мониторинга (ЦМ) (рис. 1) [1].



Рисунок 1 – Сеть RNM ASP станций

Результат эксплуатации этих станций показал, что каждая из них в отдельности по изменению оценки взаимной корреляционной функции между полезным сигналом и помехой надёжно осуществляет индикацию процессов зарождения Аномальных Сейсмических Процессов (АСП), предшествующих землетрясению [1–3]. Установлено, что индикации станций группируются вокруг сейсмических событий. Например, показания 5-ти станций на рис. 2 явно индицируют сейсмический процесс, предшествующий землетрясению как минимум за 16 часов, которое произошло в 00:13:31 часов по UTC 13.10.2015-го года.

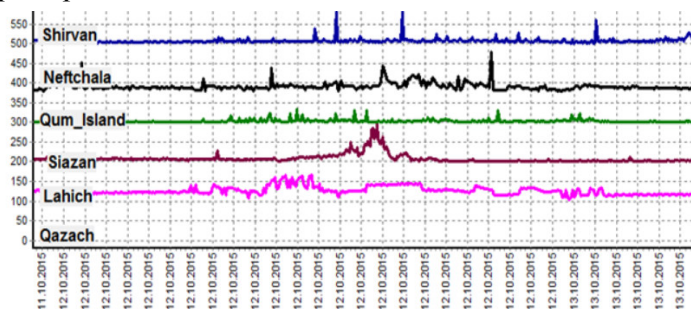


Рисунок 2 – Индикация группы станций 12.10.2015-го года.

Разработана интеллектуальная сейсмоакустическая система выявления зоны очага ожидаемого землетрясения [4,5].

Необходимо отметить, что индикация на каждой станции зависит от характера станции, глубины скважины, на которой установлена станция и технического состояния оборудования. Поэтому для нормирования индикаций можно ввести лингвистические переменные, характеризующие амплитуду сейсмоакустических характеристик и времени индикации сейсмических процессов. Амплитуда сейсмоакустических характеристик для каждой станции может быть определена как:

- сигнал сильный;
- сигнал умеренный;
- сигнал слабый;
- сигнал отсутствует.

Временные оценки индикаций можно определить, сравнивая время индикаций станций в паре как парные сравнения:

- индикация раньше;
- индикации одновременно;

– индикация позже.

Применение лингвистических переменных даёт возможность применения алгоритмов fuzzy logic для выработки интеллектуального решения к определению параметров сейсмических процессов.

Список использованных источников

1. System of robust noise monitoring of anomalous seismic processes / T. A. Aliev, A. M. Abbasov, G. A. Guluyev, F. H. Pashayev, U. E. Sattarova // Soil Dynamics and Earthquake Engineering 53 (2013) 11–25.
2. Fahrhad Pashayev. A Wavelet Based Denoizing of Seismic Signals / Fahrhad Pashayev, Majid Pakdel, Narmin Rzaeva // IV ALL-Ukranian Scientific-Practical conf. “Informatics and Systems sciences”, Poltava, 2013. – P. 310–313.
3. Ф. Г. Пашаев. Сеть RNM ASP станций как распределенная система обработки сейсмоакустической информации / Ф. Г. Пашаев. // V ALL-Ukranian Scientific-Practical conf. “Informatics and Systems sciences”, Poltava, 2014. – P. 239–241.
4. Интеллектуальная сейсмоакустическая система выявления зоны очага ожидаемого землетрясения / А. М. Пашаев, А. А. Ализаде, Т. А. Алиев, А. М. Аббасов, Г. А. Гулуев, Ф. Г. Пашаев, У. Э. Саттарова // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2015. – № 3, Том 16. – С. 147–158.
5. http://www.tdmd.org.tr/TR/Genel/pdf2015/TDMSK_120.pdf.

УДК 355/359:001.89+623:658.562519.8

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СРЕДСТВ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

В. И. Азаренков, к. т. н.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

azarnikov@ukr.net

А. С. Куценко, д. т. н., профессор

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

kuzenko@kpi.kharkov.ua

В работе рассмотрены основные факторы, обеспечивающие надежность разрабатываемой и выпускаемой промышленностью военной техники.

Azarenkov V. I., Kutsenko A. S. A systematic approach to the problem of providing of reliability of armament and military equipment.

Ключевые слова: НАДЁЖНОСТЬ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЕ, ВОЕННАЯ ТЕХНИКА.

Keywords: RELIABILITY, DESIGN, TEST, MILITARY EQUIPMENT.

Актуальность. Поддержание оборонного потенциала страны, боеготовности и боеспособности Вооруженных сил Украины, а также поставок вооружения иностранным государствам в рамках военно-технического сотрудничества, предполагает постоянное развитие оборонно-промышленного комплекса по различным направлениям, в том числе разработки и увеличения производства новых систем и образцов вооружения и военной техники, испытание, обеспечение их боевого применения и эксплуатации, снабжение качественными комплектующими изделиями и запчастями.

Постановка задачи. Провести анализ и обозначить основные задачи и методы решения обеспечения надежности средств вооружения и военной техники (СВВТ) проектными организациями и оборонными предприятиями Украины.

Анализ состояния вопроса. Предложены к обсуждению результаты анализа методов проектирования военной техники и оптимизации её параметров с целью увеличения надёжных и эксплуатационных характеристик и жизненного цикла изделий. Изложен иной подход к процессу проектирования. Приведен анализ эффективности системы испытаний на надежность и устойчивость СВВТ. Показано, что эффективность системы испытаний средств вооружения и военной техники определяется следующими основными ее составляющими: нормативно-методическим и техническим обеспечением и подготовкой высококвалифицированных специалистов в области планирования, проведения и технического обеспечения испытаний.

Выводы. Подводя итог результатам анализа современного состояния вопросов обеспечения надежности СВВТ в Украине как основы увеличения жизненного цикла и устойчивости военной техники можно сказать следующее:

– с целью использования современных информационных технологий требуют особого внимания, пересмотра и развития нормативные документы по стандартизации, устанавливающие требования к оборонной продукции;

– задача разработки научных основ конструирования СВВТ и изменение методологии проектирования стоит на повестке дня очень остро и заключается, в отличие от традиционного подхода, в использовании методов синтеза конструктивных параметров аппаратуры исходя из заданных эксплуатационных ограничений и переходе на CALS-технологии; данная задача неразрывно связана с современной подготовкой высококвалифицированных конструкторских кадров;

– нормативно-методическое обеспечение испытаний соответствует передовому отечественному и зарубежному опыту. Существует достаточно эффективная система требований и методов испытаний изделий военного назначения, реализованная в виде стандартов КС «Мороз-6», «Климат-7» и нескольких десятков обеспечивающих документов второго уровня;

– техническое оснащение испытательным оборудованием предприятий оборонного комплекса следует признать неудовлетворительным. Сложившаяся ситуация в значительной мере обусловлена в последние годы практически полным прекращением целевого финансирования разработок и закупок технических средств испытаний (ТСИ), а также отсутствием отечественной машиностроительной базы разработки и производства ТСИ;

– особую остроту приобретает проблема с кадровым обеспечением испытательных подразделений. На сегодня ситуация такова – при современном дефиците квалифицированных специалистов конструкторские и испытательные подразделения в ближайшие пять лет потеряют еще до 50 % своего состава, причем наиболее опытных и подготовленных работников.

Рекомендации. Предложено создание конструкторских и испытательных подразделений для предприятий оборонного комплекса на основе высших учебных заведений, имеющих статус исследовательских учреждений, например, НТУ «ХПИ». В этом случае ВУЗ получает постоянное дополнительное государственное финансирование по линии оборонной промышленности, позволяющее развивать науку, осуществлять кон-

структурскую деятельность, создавать, поддерживать и эксплуатировать современные испытательные лаборатории, проводить испытания и готовить соответствующие гражданские и военные кадры высшей квалификации.

Результаты испытаний станут независимыми и достоверными.

Список использованных источников

1. Азаренков В. И. К вопросу обеспечения надёжности радиоэлектронной аппаратуры средств вооружения и военной техники / В. И. Азаренков // Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал. – Харків : Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2016. – № 1 (45). – С. 47–53.
2. Животкевич И. Н. Надёжность технических изделий / И. Н. Животкевич, А. П. Смирнов. – Москва : Институт испытаний и сертификации вооружений и военной техники, 2004. – 472 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ

С. Я. Алхасов, соискатель кафедры экономической теории
и прикладной экономики

Высшее учебное заведение Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли»

В статье описываются основные тенденции развития потребительской кооперации Украины и Азербайджана. В Украине наблюдается утрата более 90 % её материально-технической базы и доли рынка, что, в свою очередь, привело к значительному снижению доли потребкооперации в торговом обслуживании населения. Аналогичная тенденция наблюдается и в потребительской кооперации Азербайджана, что, соответственно, существенно снизило её роль в национальной экономике.

Alkhasov S. Y. Modern trends of consumer cooperation of Ukraine and Azerbaijan. The article describes the basic trends in the development of consumer cooperation of Ukraine and Azerbaijan. In Ukraine there is a loss of more than 90 % of its material and technical base and market share, which in turn led to a significant decline in the share of consumer services in the commercial population. A similar trend is observed in the consumer cooperation

of Azerbaijan, which, respectively, significantly reduced its role in the national economy.

Ключевые слова: ПОТРЕБИТЕЛЬСКАЯ КООПЕРАЦИЯ, ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ, ЭКОНОМИКА.

Keywords: CONSUMER COOPERATION, DEVELOPMENT TRENDS, ECONOMY.

Деятельность потребительской кооперации регулируется отдельными специализированными законами. Качество этого регулирования можно косвенно оценить, проанализировав динамику и тенденции её развития.

Вначале 90-х годов потребительская кооперация Украины была развитой многоотраслевой системой, объединявшей 12,5 млн пайщиков, обеспечивающей 30,2 % розничного товарооборота страны и обслуживающей 22 млн лиц, что составляло 42,7 % населения Украины. Система потребительской кооперации имела 73,6 тыс. розничных торговых предприятий, 450 оптовых торговых баз, 1 576 рынков, 122 консервных завода, заготовительные, производственные, перерабатывающие, автотранспортные, строительные и другие предприятия [1].

В 1992 г. Верховная Рада Украины приняла подготовленный и пролоббированный Укоопсоюзом законопроект «О потребительской кооперации», который был призван «содействовать развитию потребительской кооперации в стране» и стал практически единственным документом, которым на уровне государства была урегулирована деятельность потребительской кооперации.

Следует отметить, что государство с этого момента практически самоустранилось от регулирования развития и поддержки деятельности потребительской кооперации, предоставив это право самой системе по её инициативе. Нельзя не согласиться с мнением С. А. Гладкого о специфике управления в системе потребкооперации, согласно которому в потребительской кооперации Украины очень большую роль играют внутренние кооперативные нормативные акты. Потребительская кооперация имеет вертикальную систему кооперативных организаций (райпотребсоюзы, облпотребсоюзы, Укоопсоюз), которым потребительские общества (первичные кооперативы) в установленном порядке делегировали право принятия нормативных актов, обязательных для всех кооперативных организаций низшего

уровня. Органы управления потребительской кооперации принимают преимущественно примерные нормативные акты, к которым принадлежат примерные уставы различных уровней кооперативных формирований (потребительского общества, райпотребсоюза, облпотребсоюза, предприятия потребительской кооперации), примерные положения, примерные договоры [2]. К таким внутрикооперативным документам относятся также стратегии и концепции развития, такие, например, судьбоносные для системы, как «Концепция размежевания и закрепления собственности в системе потребительской кооперации Украины», принятая в 1994 г. XVI Съездом потребительской кооперации Украины или принятая в 2004 г. XIX Съездом потребительской кооперации «Стратегия развития потребительской кооперации Украины на 2004–2015 гг.».

Сложно однозначно оценить эффективность такого подхода. С одной стороны, государство действительно не должно вмешиваться в деятельность кооперативных организаций. Но с другой стороны, должна была быть какая-то реакция государства (возможно даже в виде различных экономических стимулов) на чётко проявившиеся негативные тенденции в развитии системы потребительской кооперации. Особенно это касается паевиков потребительской кооперации, количество которых на протяжении всего анализируемого периода неуклонно уменьшалось и в конечном итоге сократилось в 57,6 раза (с 12,5 млн в 1990 г. до 217 тыс. в 2014 г.).

В начале 90-х годов членами потребкооперации было 42,7 % населения Украины. Сейчас этот показатель составляет лишь 0,48 %.

Следует отметить, что снижение доли потребкооперации в розничном товарообороте Украины в последнее время существенно замедлилось (табл. 1).

Таблица 1 – Снижение доли потребкооперации в розничном товарообороте Украины

	Показатель	1995	2000	2005	2010	2014
1	Доля потребкооперации в розничном товарообороте Украины, %	18,0	6,0	2,8	0,82	0,58
2	Изменение показателя от предыдущего периода, %	-12,2	-12,0	-3,2	-1,98	-0,24

Составлено автором на основе [3].

Несмотря на замедление темпов падения доли потребкооперации в розничном товарообороте Украины, этот показатель на сегодня является мизерным по сравнению как с началом анализируемого периода, так и аналогичными показателями европейских стран (рис. 1).

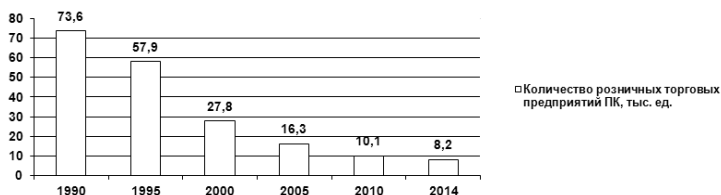


Рисунок 1 – Количество розничных торговых предприятий потребкооперации Украины

Составлено автором на основе [3].

Снижение доли потребкооперации в розничном товарообороте Украины определялось как объективными факторами (такими, например, как усиление рыночной конкуренции не только в городах, но и в сельской местности), так и субъективными факторами, такими, как утрата потребкооперацией значительной части своей материально-технической базы (рис. 1–2), особенно розничных торговых предприятий.

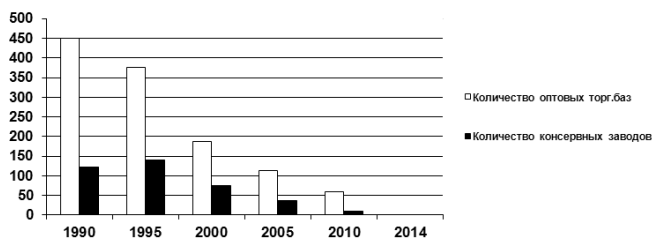


Рисунок 2 – Количество оптовых торговых баз и консервных заводов потребкооперации Украины

Составлено автором на основе [3].

Следует отметить, что, исходя из данных табл. 1, падение доли потребительской кооперации в розничном товарообороте страны за анализируемый период составляет:

$$(0,58/30,2) - 1 = 0,981 \text{ или } 98,1 \%$$

С целью оценки потерь объёмов товарооборота потребительской кооперации в результате значительного уменьшения количества розничных торговых предприятий сначала рассчитаем корреляционную зависимость этих показателей по формуле (1). Расчётные показатели приведены в табл. 1.

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum [x])^2][n \sum [y^2 - (\square] \sum y^2}]}} \quad (1)$$

где x – розничный товарооборот потребкооперации, тыс. грн;
 y – количество розничных торговых предприятий потребкооперации, ед.;
 n – период.

Расчёт влияния розничных торговых предприятий на падение доли потребительской кооперации Украины в розничном товарообороте страны приведены в приложении Б.

Таким образом, влияние фактора утраты розничных торговых предприятий потребкооперации Украины на падение её доли в розничном товарообороте страны составляет 58,2 %. Соответственно, вклад всех других факторов в падение доли потребительской кооперации в розничном товарообороте страны составляет 41,8 %.

Подобные проблемы имели место и в потребительской кооперации Азербайджана, в которой наблюдается устойчивое падение основных показателей финансово-хозяйственной деятельности (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика показателей товарооборота потребкооперации Азербайджана(в манатах)

№	Показатели товарооборота	года					
		2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	Торговля	2 657 517	2 581 823	2 073 765	2 260 163	2 022 211	1 843 204
2	Общепит	660 552	551 318	536 730	468 241	487 165	435 521
3	Заготовки	717 499	745 824	582 221	558 452	447 386	402 502
4	Всего	4 035 568	3 878 965	3 192 716	3 286 856	2 956 762	2 681 227

Источник [4].

Таким образом, основной тенденцией развития потребительской кооперации Украины в анализируемом периоде стала утрата более 90 % её материально-технической базы и доли рынка, что, в свою очередь, привело к значительному снижению доли потребкооперации в торговом обслуживании населения. Аналогичная тенденция наблюдалась и в потребительской кооперации Азербайджана, что, соответственно, существенно снизило её роль в национальной экономике.

Список использованных источников

1. Балабан П. Ю. Національний кооперативний рух в економіці ринкового типу : монографія / П. Ю. Балабан, А. М. Соколова. – Полтава : ПУЕТ, 2013. – 222 с.
2. Гладкий С. О. Правовий статус кредитних кооперативів в УСРР 1920-х років / С. О. Гладкий // Держава і право. – 2010. – Вип. 47. – С. 94–100.
3. Гончаренко В. В. Споживча кооперація України та Європи: порівняльний аналіз / В. В. Гончаренко // Матеріали доповіді науково-практичної конференції Укоопспілки. – Алушта, 2012. – 32 с.
4. Основные результаты финансово-хозяйственной деятельности системы «Азериттифаг» за 201–2014 гг. : Бюллетень. – Баку : Азериттифаг, 2015. – 59 с.

УДК 519.6:539.3

ЧИСЕЛЬНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ТЕРМОПРУЖНОГО СТАНУ СКЛАДЕНОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ

А. А. Аралова, к. ф.-м. н
Інститут кібернетики НАН України
aaaralova@gmail.com

У статті розглянуто питання розв'язання за допомогою градієнтних методів зворотних крайових задач термопружного деформування довгої складеної циліндричної оболонки.

Aralova A. A. The solution of the inverse boundary value problems thermoelastic deformation long composite cylindrical shell, with the help of gradient methods is described.

Ключові слова: ТЕРМОПРУЖНИЙ СТАН, ГРАДІЄНТНІ МЕТОДИ, ЦИЛІНДРИЧНІ ТІЛА.

Keywords: THERMOELASTIC STATE, GRADIENT METHODS, CYLINDRICAL BODY.

$$\begin{aligned}
 & - \left\{ (\lambda + 2\mu) \left(\frac{d}{dr} \left(r \frac{dy}{dr} \right) - \frac{y}{r} \right) - (3\lambda + 2\mu) \alpha r \frac{dT}{dr} \right\} = f(r), \quad r \in \Omega; \\
 & - \frac{1}{r} \left\{ \frac{d}{dr} \left(rk \frac{dT}{dr} \right) \right\} = \bar{f}(r), \quad r \in (r_1, r_2); \quad \sigma_r(y) \Big|_{r=r_i} = -p_i, \quad i=1,2; \\
 & \quad \quad \quad -k \frac{dT}{dr} \Big|_{r=r_1} = \beta_1, \quad k \frac{dT}{dr} \Big|_{r=r_2} = -\alpha_2 T + \beta_2; \\
 & [y] = 0, \quad [\sigma_r(y)] = 0; \quad \left[k \frac{dT}{dr} \right] = 0, \quad \left\{ k \frac{dT}{dr} \right\}^\pm = \bar{r}[T].
 \end{aligned} \tag{1}$$

Розглянемо довгу товсту циліндричну оболонку. З урахуванням симетрії, слідуючи [1, 2], її термопружний стан описується крайовою задачею (1), де $\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2$, $\Omega_1 = (r_1, \xi)$, $\Omega_2 = (\xi, r_2)$, $0 < r_1 < \xi < r_2 < \infty$, $r_1, r_2 = const > 0$ – радіуси, відповідно, внутрішньої і зовнішньої кругових поверхонь; r – радіальна координата циліндричної системи координат; а компонента тензора напруги має вид $\sigma_r(y, T) = (\lambda + 2\mu)\varepsilon_r(y) + \lambda\varepsilon_\varphi - (3\lambda + 2\mu)\alpha T$, де λ, μ – постійні Ляме; $y = y(r)$ – зміщення в радіальному напрямку; $\alpha = const > 0$ – коефіцієнт температурного розширення, $\beta_1, \beta_2 = const$, $\alpha_1 = const > 0$, $p_i = const$, $i=1,2$; $T = T(r)$ – температура, $k = u = const$ – коефіцієнт теплопровідності, вважаємо невідомим.

Вважаємо, що на внутрішній поверхні циліндра відомо зміщення

$$y(d_i) = f_i, \quad i = \overline{1, N}. \tag{2}$$

Отримано задачу (1), (2), що складається у визначенні дійсного числа $u \in U = R = (-\infty, +\infty)$, при якому перша компонента $y = y(u)$ розв’язку $(y(r), T(r))$ задачі (1) задовольняє рівності (2). Виходячи з [3], при кожному фіксованому $u \in U$, замість

класичного розв'язку крайової задачі (1) будемо використовувати її узагальнене рішення, тобто вектор-функцію $(y, T) \in H = W_2^1(r_1, r_2) \times W_2^1(r_1, r_2)$, яка $\forall z = (z_1(r), z_2(r)) \in H_0 = H$ задовольняє системі нерівностей

$$a(y, z_1) = l(T; z_1), \quad a_1(T, z_2) = l_1(u; z_2), \quad (3)$$

$$a_0(u; T, w) = \sum_{i=1}^2 \int_{\Omega_i} r u \frac{dT}{dr} \frac{dw}{dr} dr + \bar{r}[T][w] + \bar{\alpha} r_2 T(r_2) w(r_2), \quad (4)$$

$$l_0(w) = \sum_{i=1}^2 \int_{\Omega_i} r \bar{f} w dr + r_1 \beta_1 w(r_1) + \beta_2 r_2 w(r_2).$$

Функціонал-нев'язки приймає вигляд

$$J(u) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (y(d_i) - f_i)^2. \quad (5)$$

Замість задачі (1), (2), розв'язуємо задачу (3), (4), (5), що полягає у визначенні елемента u , який мінімізує на U функціонал (5) при обмеженнях (4). Задачу (5), (3) будемо розв'язувати за допомогою градієнтних методів [4], де $(n+1)$ -е наближення u_{n+1} розв'язку $u \in U$ знаходиться за формулою

$$u_{n+1} = u_n - \beta_n p_n, \quad n = 0, 1, \dots, n^*, \quad (6)$$

починаючи з деякого наближення $u_0 \in U$, а напрям спуску p_n та коефіцієнт β_n для методу мінімальних похибок визначаємо за

допомогою виразів $p_n = J'_{u_n}$, $\beta_n = \frac{\|e_n\|^2}{\|J'_{u_n}\|^2}$. Виходячи з [3, 5] для

визначення $(n+1)$ -го наближення u_{n+1} розв'язку $u \in U$ задачі (5), (7) введемо в розгляд спряжену задачу

$$-(\lambda + 2\mu) \left(\frac{d}{dr} \left(r u \frac{dp}{dr} \right) - \frac{p}{r} \right) = 0, \quad r \in \Omega;$$

$$-\frac{d}{dr}\left(r u \frac{d\psi}{dr}\right) - r(3\lambda + 2\mu)\alpha\left(\frac{dp}{dr} + \frac{p}{r}\right) = 0, \quad r \in \Omega,$$

$$\sigma_r(p)\Big|_{r=r_i} = 0, \quad i=1, 2; \quad -u \frac{d\psi}{dr}\Big|_{r=r_1} = 0, \quad u \frac{d\psi}{dr}\Big|_{r=r_2} = -\bar{\alpha}\psi(r_2); \quad [p]\Big|_{r=r_\xi} = 0;$$

$$[\sigma_r(p)]\Big|_{r=r_\xi} = 0; \quad \left[u \frac{d\psi}{dr}\right]\Big|_{r=r_\xi} = 0, \quad \left\{u \frac{d\psi}{dr}\right\}^\pm = \bar{r}[\psi]\Big|_{r=r_\xi};$$

$$[p]\Big|_{r=d_i} = 0, \quad [\sigma_r(p)]\Big|_{r=d_i} = -\frac{1}{d_i}(y(u; d_i) - f_i), \quad i = \overline{1, N}; \quad u = u_n.$$

При кожному $u = u_n$ для наближення $(y_1^N, T_1^N) \in H_1^N \times H_1^N$ розв'язку $(y, T) \in H \times H$ задачі (3) справедлива оцінка

$$\|y(u_n) - y_1^N(u_n)\|_{W_2^1(r_1, r_2)} \leq Ch, \quad \|T(u_n) - T_1^N(u_n)\|_{W_2^1(r_1, r_2)} \leq C_1 h, \quad (7)$$

де $C, C_1 = \text{const}$, $h = \max_i h_i$, $h_i = r^{i+1} - r^i$.

Список використаних джерел

1. Коваленко А. Д. Термоупругость / Коваленко А. Д. – Киев : Вища школа, 1975. – 216 с.
2. Мотовилевец И. А. Механика связанных полей в элементах конструкций. Т. 1 : Термоупругость / Мотовилевец И. А., Козлов В. И. – Киев : Наук. Думка, 1987. – 264 с.
3. Сергиенко И. В. Идентификация термонапряженного состояния составного цилиндра по известным смещениям / Сергиенко И. В., Дейнека В. С. // Проблемы управления и информатики. – 2009. – № 5. – С. 25–52.
4. Алифанов О. М. Экстремальные методы решения некорректных задач / Алифанов О. М., Артюхин Е. А., Румянцев С. В. – Москва : Наука, 1988. – 288 с.
5. Сергиенко И. В. Системный анализ многокомпонентных распределенных систем / Сергиенко И. В., Дейнека В. С. – Киев : Наук. Думка, 2009. – 640 с.
6. Дейнека В. С. Вычислительные алгоритмы повышенного порядка точности для условно-корректной задачи термоупругости / Дейнека В. С. // Компьютерная математика. – 2007. – № 1. – С. 3–12.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КРАТКОСРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ ЛИЦ, РАБОТАЮЩИХ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ

Н. И. Аралова, К. Т. Н., С. Н. С.;

В. И. Машкин, К. Т. Н., С. Н. С.;

И. В. Машкина, К. Т. Н., доцент*

Институт кибернетики НАН Украины,

* Университет им. Б. Гринченко

aralova@ukr.net,

mashkina..iv@gmail.com

Предлагается математическая модель краткосрочной адаптации системы дыхания лиц находящихся под сочетанным воздействием гипобарической и гиперметаболической гипоксии.

Mathematical model of short-term adaptation of breath of persons working under extreme conditions of highlands. A mathematical model of short-term respiratory system adaptation of persons under the combined effects of hyperbaric and hypermetabolic hypoxia is presented.

Ключевые слова: КРАТКОСРОЧНАЯ АДАПТАЦИЯ, ГИПОБАРИЧЕСКАЯ (ГИПОКСИЧЕСКАЯ) ГИПОКСИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ.

Keywords: SHORT-TERM ADAPTATION, HYPOBARIC (HYPOXIC) HYPOXIA, A MATHEMATICAL MODEL OF THE RESPIRATORY SYSTEM.

Необходимой предпосылкой высокой надежности функционирования организма в различных условиях жизнедеятельности является адаптация к гипоксии и механизмы ее обеспечивающие. Для математического анализа адаптационных возможностей организма гипоксии различной этиологии используется модель ФСД, описывающая транспорт и массообмен респираторных газов в дыхательных путях, альвеолярном пространстве, крови и тканях обыкновенными нелинейными дифференциальными уравнениями, регуляция осуществляется на основе компромиссного разрешения конфликтной ситуации, возникаю-

щей между тканями и органами при борьбе за кислород в условиях его дефицита.

Анализ математической модели ФСД показал, что кратковременные возмущения системы, приводящие к возникновению гипоксии могут быть компенсированы реакцией механизмов саморегуляции, сложившимися в процессе эволюции – интенсификацией работы системы внешнего дыхания, сердечной мышцы и гладких мышц сосудов.

Процесс дыхания, при котором происходит транспорт и массообмен респираторных газов рассматривается как управляемая динамическая система, которая описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений и алгебраических соотношений. Управляемыми параметрами являются вентиляция V , системный кровоток Q и локальные кровотоки Q_{C_j} , $j = \overline{1, m}$, т. е. исполнительными органами регуляции являются сердечная и дыхательные мышцы, гладкие мышцы сосудов.

Зададим: начальное состояние системы: $p_{RP}O_2$, $p_{RP}CO_2$, p_AO_2 , p_ACO_2 характеризующими парциальные давления кислорода и углекислого газа в дыхательных путях и альвеолярном пространстве, $p_{LC}O_2$, $p_{LC}CO_2$, p_aO_2 , p_aCO_2 , $p_{C_j}O_2$, $p_{C_j}CO_2$, $p_{t_j}O_2$, $p_{t_j}CO_2$, $j = \overline{1, m}$, $p_{\bar{v}}O_2$, $p_{\bar{v}}CO_2$, характеризующими напряжения кислорода и углекислого газа в крови легочных капилляров, артериальной крови, тканях, смешанной венозной крови в момент времени τ_0 начала действия возмущения; области изменения параметров управления:

$$\left. \begin{aligned} \dot{V}_{min} \leq V \leq \dot{V}_{max}, Q_{min} \leq Q \leq Q_{max}, \sum_{j=1}^m Q_{C_j} \leq Q \\ Q_{C_j, min} \leq Q_{C_j} \leq Q_{C_j, max}, j = \overline{1, m} \end{aligned} \right\}; \quad (1)$$

– терминальное множество состояний, обусловленное соотношениями:

$$\left. \begin{aligned} |G_{t_j}O_2 - q_{t_j}O_2| \leq \varepsilon_{t_j}O_2, j = \overline{1, m} \\ |G_{t_j}CO_2 - q_{t_j}CO_2| \leq \varepsilon_{t_j}CO_2, j = \overline{1, m} \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где $\varepsilon_j O_2$, $\varepsilon_j CO_2$, $j = \overline{1, m}$ достаточно малые положительные величины. Решением задачи краткосрочной адаптации, сформулированной таким образом будет любой набор значений управляющих параметров \bar{V} , Q , Q_{C_j} , $j = \overline{1, m}$ из уравнения (1), т. к. именно эти параметры через некоторое время переведут возмущенную систему, характеризующуюся условиями (2). При этом степень недостатка кислорода или накопления углекислого газа будут достоверными. При этом задача краткосрочной адаптации рассматриваем, как задачу оптимальной саморегуляции.

Выше отмечалось, что исполнительными органами саморегуляции основной функции дыхания являются дыхательные мышцы, сердечная и гладкие мышцы тканевых сосудов. Человек сознательно способен управлять только работой дыхательных мышц, формировать необходимый уровень вентиляции. Центр принятия решений при регуляции системы дыхания как бы раскладывает ресурс регуляции на все три исполнительных органа. Поэтому, задавая более интенсивный режим внешнего дыхания, снимается нагрузка в сердечной мышце и тем самым увеличивается ее регуляторный ресурс. Для увеличения кислородного запаса тканей, увеличения регуляторного ресурса сердца желательно формировать соответствующие режимы системы внешнего дыхания, определяя оптимальный дыхательный объем, продолжительность фаз вдоха и выдоха для каждого возможного уровня функциональной активности. Особенно это важно делать при выполнении работы в экстремальных условиях высокогорья, т. е. при сочетанном воздействии гипобарической и гиперметаболической гипоксии.

УДК 681.3(07)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПО РЕСУРСУ

Г. В. Банзак, к. т. н., доцент

Одесская государственная академия технического регулирования и качества
banzak@mail.ru

В статье рассматривается моделирование процесса технического обслуживания (ТО) по ресурсу с постоянными периодичностью и объемом операций ТО.

Banzak G. V. Modelling of process maintenance service on the resource. In clause modelling process of maintenance service (MS) on a resource with constants periodicity and in volume of operations MS is considered

Ключевые слова: ИМИТАЦИОННАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.

Keywords: IMITATING STATISTICAL MODEL, MODELLING OF PROCESS, MAINTENANCE SERVICE.

Отличительной особенностью стратегии ТО по ресурсу (ТОР) является то, что объем и периодичность проведения ТО зафиксированы (определяются действующими нормативными документами). Как правило, вводятся до 2–3 видов ТО и для каждого из них определяются «свои» объем и периодичность. Условимся, что содержание (множество обслуживаемых элементов $E_{\text{то}j}$) и периодичность ТО $T_{\text{то}j}$ различны для различных видов ТО, причем выполняются такие неравенства:

$$|E_{\text{то}j}| > |E_{\text{то}j-1}| \text{ и } T_{\text{то}j} > T_{\text{то}j-1} \quad (j = \overline{2, N_{\text{то}}}),$$

где $N_{\text{то}}$ – число видов ТО.

Подмножества $E_{\text{то}j}$ в общем случае являются пересекающимися:

$$\bigcap_j E_{\text{то}j} \neq \emptyset, \quad \bigcup_j E_{\text{то}j} = E_{\text{то}}, \quad E_{\text{то}j} \supset E_{\text{то}j-1}.$$

Из практических соображений периодичности ТО $T_{\text{то}j}$ обычно делают кратными.

В целом в случае стратегии ТОР в рассмотренную выше общую математическую модель процесса ТО необходимо внести следующие два изменения:

1) в связи с тем, что продолжительность ТО является детерминированной величиной, интенсивность переходов $2 \rightarrow 0$ $\mu_{\text{то}}(t/B, P_{\text{то}})$ вырождается в дельта-функцию следующего вида:

$$\mu_{\text{то}}(t/B, P_{\text{то}}) = \delta(t - \tau_{\text{то}j}); \quad j = \overline{1, N_{\text{то}}},$$

где $\tau_{\text{то}j}$ – продолжительность ТО j -го вида.

Величину $\tau_{\text{то}j}$ приближенно можно определить из выражения:

$$\tau_{\text{то}j} = \tau_{\text{то}a} + \sum_{e_i \in E_{\text{то}j}} \tau_{\text{то}}(e_i), \quad (1)$$

где $\tau_{\text{то}}(e_i)$ – продолжительность операции ТО элемента e_i .

2) оператор преобразования (1.18) реализуется следующим образом:

$$\forall j = \overline{1, N_{\text{то}}}, \forall e_i \in E_{\text{то}j}: t_{0i} := t_k,$$

где t_k – время проведения текущего ТО ($k = 1, 2, \dots$).

В случае стратегии ТОР обобщенный параметр системы ТО $P_{\text{то}}$ с учетом всего сказанного будем представлять следующим образом:

$$P_{\text{тор}} = \left\{ \tau_{\text{то}a}, N_{\text{то}}, \left\{ \left\langle E_{\text{то}j}, T_{\text{то}j}, \tau_{\text{то}j} \right\rangle; j = \overline{1, N_{\text{то}}} \right\} \right\}. \quad (2)$$

Рассмотренные математические модели процесса ТО при различных стратегиях, к сожалению, не позволяют реализовать и использовать их в аналитическом виде (об этом говорилось ранее). Кроме того, в рамках рассмотренной общей математической модели невозможно определять так необходимый нам стоимостный показатель – удельную стоимость эксплуатации c_3 . Все эти трудности сравнительно легко разрешаются при разработке имитационной статистической модели.

Список использованных источников

1. Банзак Г. В. Моделирование и оптимизация процессов технического обслуживания сложных технических объектов / Г. В. Банзак, В. О. Браун // Науково-практична конференція «Актуальні задачі фінансового, психологічного, правового, топогеодезичного, радіотехнічного та лінгвістичного забезпечення підрозділів та частин Збройних Сил України». – Київ, 2011. – С. 112.

2. Банзак Г. В. Усовершенствование системы плановых ремонтов сложного восстанавливаемого объекта / К. Ф. Боряк, В. Н. Цыцарев, Г. В. Банзак // VII научно-практична конференція «Військова освіта і наука: сьогодення та майбутнє». – Київ, 2011, – С. 26.
3. Банзак Г. В. Программное обеспечение методики определения оптимальных параметров сто сложного восстанавливаемого объекта РЭТ / С. В. Ленков, К. Ф. Боряк, В. В. Зубарев, Г. В. Банзак // VII научно-практична конференція «Військова освіта і наука: сьогодення та майбутнє». – Київ, 2011, – С. 56.

УДК 681.3(07)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ «ПО СОСТОЯНИЮ» С АДАПТИВНЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ ПЕРИОДИЧНОСТИ КОНТРОЛЯ

О. В. Банзак, к. т. н., доцент

*Одесская государственная академия технического регулирования и качества
banzak@mail.ru*

В статье рассматривается разработка имитационной статистической модели (ИСМ) процесса технического обслуживания (ТО) с переменной периодичностью контроля.

Banzak O. V. Modelling of process maintenance service «on the condition» with adaptive change periodicity of control. In clause development of imitating statistical model (ISM) process of maintenance service (MS) with variable periodicity of the control is considered.

Ключевые слова: ИМИТАЦИОННАЯ СТАТАИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ПРОЦЕСС ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.

Keywords: IMITATING STATISTICAL MODEL, PROCESS OF MAINTENANCE SERVICE.

В данной статье ставится задача разработать имитационную статистическую модель (ИСМ) процесса технического обслуживания (ТО), в которой была бы возможность моделировать стратегию ТО с адаптивным изменением периодичности контроля. ИСМ должна позволять получать (прогнозировать) на

заданном интервале эксплуатации оценки следующих показателей:

T_0 – средняя наработка на отказ объекта;

K_r – коэффициент готовности;

$K_{тн}$ – коэффициент технического использования;

$c_{уд}$ – удельная стоимость эксплуатации объекта.

Приведенный перечень показателей является частично избыточным [1]. Например, свойство безотказности оценивается показателем T_0 и, частично, комплексными показателями K_r и $K_{тн}$. Однако, сокращение этого перечня нецелесообразно. В различных задачах могут потребоваться различные комбинации показателей. Сложность исследуемых процессов требует многосторонней их оценки и, следовательно, использования множества показателей.

При моделировании отказов отдельных элементов будет использоваться модель DN-распределения, которая в наибольшей степени соответствует разнообразию элементного состава сложных технических объектов.

Суть технического обслуживания «по состоянию» (ТОС) с фиксированной периодичностью контроля состоит в том, что в момент контроля производится измерение определяющих параметров всех элементов, потенциально подлежащих обслуживанию. Если измеренное значение нормированного определяющего параметра $u_i(t)$ превышает заданное значение уровня ТО $u_{\text{ТО}i}$, производится обновление (замена) i -го элемента.

Ранее уже говорилось, что для моделирования отказов мы используем DN-распределение, являющееся ВФ-моделью отказов. Это значит, что каждый отказ интерпретируется как событие, заключающееся в выходе определяющего параметра элемента за допустимые пределы (значение нормированного определяющего параметра $u_i(t)$ достигло значения 1). Если предположить, что средний ресурс элемента линейно убывает во времени (такое допущение положено в основу ВФ-модели), то величина среднего остаточного ресурса в произвольный момент времени t равна

$$\bar{R}_i(t) = T_{\text{ср}i} - t, \quad (1)$$

где $T_{\text{ср}i}$ – средняя наработка до отказа i -го элемента.

Если в процессе моделирования нам известно, что отказ i -го элемента произойдет в момент времени t_i (это запланированное время отказа), то остаточный ресурс i -го элемента в момент времени t равен

$$R_i(t) = t_i - t. \quad (2)$$

Величина $R_i(t)$ в данном случае является случайной реализацией остаточного ресурса.

Если обслуживаемый элемент является резервированной группой элементов, то степень близости группы к состоянию отказа определяется величиной

$$u_i(t) = \frac{n_{\text{р}i}(t)}{n_i}, \quad (3)$$

где n_i – число элементов в резервированной группе;

$n_{\text{р}i}(t)$ – число работоспособных элементов в резервированной группе в момент времени t .

Полученные данные полностью подтверждают выдвинутое предположение о том, что стратегия «адаптивного ТО» является более предпочтительной в случае недостоверной (неточной) информации о показателях надежности элементов объекта.

Список использованных источников

1. Банзак Г. В. Аналіз математичних моделей безвідмовності виробів радіоелектронної техніки / Г. Б. Жиров, В. В. Крихта, Г. В. Банзак // II-науково-практична конференція молодих науковців і студентів «Інформаційно-вимірювальні технології, технічне регулювання та менеджмент якості». – Одеса. – С. 62–63.

ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТЕВОГО ДОСТУПА И УРОВНЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН В ВУЗЕ

А. М. Башкатов, к. т. н.

Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко

tiras_bash@mail.ru

М. В. Нижегородова, к. п. н.

Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко

Rita_tiras@mail.ru

С. В. Помян, к. п. н.

Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко

svpomian@gmail.com

В статье рассматриваются вопросы организации изучения компьютерных дисциплин в классах УВЦ, с целью рационального использования рабочих мест и внедрения протоколно-аппаратной защиты доступа к данным

Bashkatov O., Nizhegorodova M., Pomian S. The network access and levels of interaction organization that is, when studying computer disciplines at university. The article deals with the organization of studying computer science in the classroom educational computing center, for rational use of jobs and the implementation of protocol and hardware protection of data access

Ключевые слова: ДОСТУП, ИНДЕКС, УЧЕБНЫЙ, РЕСУРС.

Keywords: ACCESS, INDEX, STUDY, RESOURCE.

Подготовка студента любой технической специальности в современных условиях сопряжена с использованием информационных технологий на протяжении всего периода обучения.

Однако в последние годы отмечаются трудности в их преподавании [1]. Противоречия вызваны, как увеличением объемов используемой информации, изменением состава изучаемых

дисциплин, так и снижением базового уровня начальной подготовки [2], уменьшением числа студентов в группах (практически в 3 раза [3]). В этой связи стало важным: проанализировать характер использования программного обеспечения (далее ПО), при обучении компьютерным дисциплинам в ВУЗе; дать количественную оценку использования каждого ПК и класса; внести коррекции в организацию учебного процесса и его формы.

С экономической стороны эффективность использования компьютера в классе может выявить т.н. индекс загруженности рабочего места, рассчитываемый по формуле:

$$I_{\text{загр.ПК}} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^n m_{k_i} f_{\text{инф}} k_{\text{проф}}, \quad (1)$$

где m_{k_i} – количество курсов информационной направленности;
 $f_{\text{инф}}$ – процент использования информационной емкости системных ресурсов;
 $k_{\text{проф}}$ – коэффициент профильности/универсальности используемого ПО.

При организации занятий необходимо учитывать и юридический аспект, поскольку любое ПО обладает разными формами доступа к нему, т. е. уровнем легитимности, определяемым, как:

$$L_{\text{лег}} = \frac{a_{\text{дост}} t_{\text{прог}} P_{\text{знач}}}{\sum_{i=1}^n m_{k_i} t_{\text{исп}}} (1 - g_{\text{неправ}}), \quad (2)$$

где $a_{\text{дост}}$ – критерий доступа к программному обеспечению;
 $t_{\text{прог}}$ – количество лабораторных часов, согласно программе;
 $t_{\text{исп}}$ – временной ресурс использования (ч);
 $g_{\text{прав}}$ – степень неправомерности использования ПО (1 – отсутствие прав; 0,5 – условно-бесплатная или ограниченная лицензия, 0 – свободный доступ).

Критерием важности ПО служит частота его использования:

$$a_{\text{дост}} = \frac{t_{\text{нед}}}{t_{\text{сем}}} 100 \%, \quad (3)$$

где $t_{\text{нед}}$ – количество часов использования продукта в неделю;

$t_{\text{сем}}$ – часовой период использования ПО за семестр.

На основе полученных данных разных категорий строятся таблицы показателей для изучаемого курса (серии дисциплин), дальнейший анализ которых осуществляется методами статистического анализа и далее, если необходимо, то вносятся организационные корректировки в график, структуру и характер проводимых занятий.

Отдельным вопросом стоит эффективность распределения аппаратных и сетевых ресурсов при решении учебных задач.

В целом, общие рекомендации могут быть следующими:

– протокольная защита целостности данных с разделением ресурсов доступа к ним;

– гибкая корректировка трафика и адаптация используемого учебного оборудования (учебных классов) поставленным целям;

– расширение информационных каналов обмена данными, видов методической поддержки, на основе асинхронного обучения [4].

Список использованных источников

1. Пузикова В.С. Проблемы актуализации современного социального бытия человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Информационно-коммуникационные проблемы образования и науки.pdf. – С. 1901–1905.
2. Явич Р. Управление учебной деятельностью студентов на основе сетевых технологий / Явич Р., Давидович Н. // Инновационные проекты и программы в образовании. – 2013. – № 2. – С. 69–74.
3. Сводные данные по планам набора на специальности ИТИ за 2010–15 учебные годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.spsu.ru. – Название с экрана.
4. Асинхронное обучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. – Название с экрана.

ДИСТАНЦИОННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ НА ОСНОВЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

С. Ю. Башлий, аспирант;

Е. А. Кривошлыков, аспирант

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
serg.bem@gmail.com

Proposed technique measuring system construction is intended to obtain the basic characteristics of semiconductor devices - diodes, transistors and integrated circuits

Ключевые слова: ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ, ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВИРТУАЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ.

Keywords: DISTANCE LEARNING, PRACTICAL WORK, VIRTUAL MEASUREMENT SYSTEMS.

Возможность получить нужное образование, сменить профессию, повысить квалификацию в избранной области – все это важные условия успеха. Наш век – век информационных технологий, который позволяет достаточно эффективно решать проблемы образования людям любого возраста. Технологии дистанционного обучения позволяют получать образование, сведя к минимуму расходы, связанные с проживанием в другом городе, позволяют обучаться по гибкому графику, совмещая учебу с работой. Говоря о дистанционном обучении, выделяют несколько его форм.

Например, при «кейсовой технологии» дистанционное обучение основано на использовании полного комплекта учебных материалов и обучающих программ по дисциплинам и проведении активных форм аудиторных консультаций. При этом необходимо наличие (помимо конспектов) дополнительных материалов, в которые входят:

- сборники тестов;
- темы контрольных работ;
- экзаменационные вопросы;
- рабочие тетради;
- задания с тестами для самоконтроля.

Получив «кейс» с полным комплектом учебного материала обучаемому остается лишь самостоятельно изучить материал и сдать все тесты. Данная технология, по сути, является усовершенствованной формой заочного образования.

При «сетевой технологии» обучения все учебные материалы, необходимые студенту, расположены на WEB-сервере ВУЗа. Доступ к ним осуществляется с помощью сети Интернет.

С помощью дистанционного обучения наиболее эффективно могут быть реализованы: курсы повышения квалификации, тематические курсы, тестирование для получения квалификации.

Наибольшую трудность при различных формах дистанционного обучения вызывает проведение лабораторных работ и практических занятий. В настоящее время существует два подхода к построению систем измерения параметров различных электронных схем и приборов. Один из них основан на использовании стандартных пакетов имитационного моделирования (Electronics WorkBench, Pspice, MicroCap и другие).

Второй подход предполагает наличие реальных приборов и электронных схем. С помощью интерфейсного специализированного оборудования ведутся реальные измерения основных характеристик электрических схем и параметров приборов, результаты измерений вносятся в ЭВМ и отображаются на экране в виде графиков, таблиц и зависимостей.

Предлагаемая в докладе измерительная система, позволяющая снимать основные характеристики приборов – диодов, транзисторов и интегральных микросхем, предназначена, прежде всего, для внедрения в систему дистанционного образования по электротехническим специальностям. В основе системы лежит стандартный ПК, к которому через последовательный порт подключена микропроцессорная система управления и контроля.

На рис. 1 приведена структурная схема предлагаемой системы.

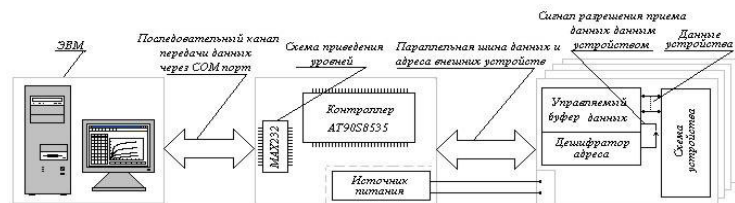


Рисунок 1 – Структурная схема измерительного комплекса

Основными элементами системы являются:

- ПК, подключенный к локальной сети и имеющий выход в Интернет;
- устройство сопряжения и управления;
- управляемые источники питания;
- четырехканальный аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- сменный модуль полупроводникового прибора.

Устройство сопряжения представляет собой программно-управляемый модуль, задачей которого является сбор, хранение и передача информации от АЦП в ПК.

Испытуемый полупроводниковый прибор (транзистор, диод и т. п.) подключается к стенду в соответствии со схемой измерения параметров (ОЭ, ОБ, ОК) посредством стандартных соединителей. Для нормирования величин измеряемых напряжений и токов применяются измерительные усилители с программируемым коэффициентом усиления.

Погрешность измерений определяется разрядностью АЦП и ЦАП. Использование 10-разрядных АЦП позволяет получить динамический диапазон измерений в 60 дБ.

Доступ к обучающей программе может осуществляться как с компьютеров ВУЗовской сети, так и через сеть Интернет, что обеспечивает значительно лучшие возможности для получения качественных знаний студентами заочной формы обучения.

УДК 004.42:004.94

ПРЕ/ПОСТ-ОБРОБКА ДАНИХ ДЛЯ СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНОГО РОЗВ'ЯЗУВАЧА NADRA-3D З ВИКОРИСТАННЯМ ВІЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

М. В. Білоус, к. ф.-м. н.

*Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України
maksbilous@ukr.net*

Розглядається досвід використання вільного програмного забезпечення (Blender, TetGen, ParaView) для пре/пост-обробки даних скінченно-елементного розв'язувача Nadra-3D.

Bilous M. V. Data pre/post processing for finite element solver Nadra-3D using free software. The experience of use of Blender, TetGen, ParaView software for data pre/post processing for Nadra-3D solver is considered.

Ключові слова: МЕТОД СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ПРЕ/ПОСТ-ОБРОБКА ДАНИХ, NADRA-3D.

Keywords: FINITE ELEMENT METHOD, DATA PRE/POST-PROCESSING, NADRA-3D.

При розробці нових математичних моделей, обчислювальних алгоритмів та побудованих на їх основі програм-розв'язувачів однією з проблем їх тестування та подальшого застосування для розв'язання практичних задач є підготовка вхідних даних – створення моделей геометрії складної структури та побудова розрахункових сіток для цих моделей.

Вирішенням проблеми може бути використання вільного програмного забезпечення. Задачею в цьому випадку стає організація сумісної роботи різних програмних систем (кожна з яких має свої формати вхідних та вихідних файлів) та автоматизація процесів конвертації та пересилання даних між ними.

В даній роботі розглянуто досвід організації сумісної роботи скінченно-елементного розв'язувача Nadra-3D та вільних програмних пакетів Blender, TetGen, ParaView.

Blender [1] – програмний пакет для створення тривимірної комп'ютерної графіки. Інструменти пакету дозволяють працювати з полігональними моделями, кривими Без'є, поверхнями NURBS. Також дозволяє написання керуючих скриптів та інструментів на мові Python. Розповсюджується під ліцензією GNU GPL. Офіційний сайт – <http://www.blender.org>.

TetGen [2] – генератор сіток триангуляції, створений в Інституті прикладного аналізу та стохастики ім. Веєрштраса. Дозволяє будувати сітки тетраєдрів (триангуляцію Делоне з обмеженнями) для довільної тривимірної геометрії. Розповсюджується під ліцензією Gnu Affero Public License v.3.0. Сайт проекту – <http://www.tetgen.org>.

ParaView [3] – програмний пакет для візуалізації та аналізу результатів наукових обчислень, в тому числі отриманих з використанням методу скінченних елементів. Може виконуватися як на однопроцесорних машинах, так і на багатопроцесорних

системах. Пакет доступний для завантаження під ліцензією BSD з офіційного сайту <http://www.paraview.org>.

Nadra-3D [4] – Скінченно-елементний розв’язувач, створений в Інституті кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України. Базові можливості:

- розв’язання задач еліптичного типу (задачі стаціонарної фільтрації, теплопровідності, пружності в двовимірних та тривимірних постановках);

- розв’язання задач параболічного типу (задачі нестаціонарної фільтрації, теплопровідності в двовимірних та тривимірних постановках);

- розв’язання задач гіперболічного типу (задачі нестаціонарної теорії пружності в двовимірних та тривимірних постановках).

Підтримуються різні алгоритми розв’язання результируючих систем лінійних алгебраїчних рівнянь з великою кількістю невідомих (порядки систем 10^6 – 10^7), які використовують паралельні обчислення та обчислення на графічних процесорах [5].

Середовище виконання – Windows або Linux з бібліотекою MPI. Для роботи частини алгоритмів необхідні графічні процесори, що підтримують технологію CUDA.

Доповнення Nadra-3D add-on для Blender. Програмний пакет Blender має потужні засоби створення моделей геометрії та рендерингу, але при підготовці даних для скінченно-елементного розв’язувача необхідно також виконати розмітку цієї геометрії для програми триангуляції та виконати прив’язку до елементів геометрії фізичних характеристик модельованих процесів. Ці задачі і виконує доповнення Nadra-3D add-on для Blender, яке представляє собою написаний скриптовою мовою Python модуль, інтегрований до графічного середовища Blender, та набір автономних утиліт, написаних мовою C++.

За допомогою інструментів доповнення користувачем виконується наповнення бібліотеки параметрів математичної моделі, прив’язка цих параметрів до елементів геометрії, налаштування та запуск на виконання пакетів TetGen та Nadra-3D. Побудова та конвертація файлів вводу/виводу цих систем виконується в автоматичному режимі і не потребує втручання користувача. Для зберігання проміжних результатів використовується відкритий формат файлів *.ply (Stanford Triangle Format).

Аналіз результатів виконується в пакеті візуалізації наукових обчислень ParaView. Підготовка файлів даних у форматі *.vtk для цього пакету виконується вбудованими методами розв'язувача Nadra-3D.

Список використаних джерел

1. <http://www.blender.org>.
2. TetGen, a Delaunay-based quality tetrahedral mesh generator / H. Si. // ACM Trans. on Mathematical Software. 41 (2), Article 11 (February 2015), 36 pages.
3. The ParaView Guide: A Parallel Visualization Application / Ayachit, Utkarsh // Kitware, 2015, ISBN 978-1930934306.
4. Скінченно-елементний розв'язувач Надра-3D / Білоус М.В. // Матеріали II Міжнародної конференції «Кластерні обчислення – 2013», Львів, 3–5 червня 2013 р. – С. 40–47.
5. Гибридные алгоритмы решения линейных систем для конечно-элементного моделирования процессов фильтрации / Баранов А. Ю., Белоус М. В., Сергиенко И. В., Химич А. Н. // Кибернетика и системный анализ. – 2015. – Том 51, № 4. – С. 112–120.

УДК 517:519.6

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ ЗОН ПОБУДОВИ ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Т. Ю. Благовещенська, к. ф.-м. н.

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України
tatyana_blag@ukr.net

В статті розглядається задача оптимального розміщення промислових підприємств за умов забезпечення санітарних норм середовища.

Blagoveshchenskaya T. Yu. Numerical simulation of determination of the ecologically dangerous objects optimal location. In the article are discussed problem of optimal location of industrial enterprises for ensuring sanitary environment criteria.

Ключові слова: ОПТИМІЗАЦІЯ, ЗАБРУДНЕННЯ, РІЗНИЦЕВІ СХЕМИ.

Keywords: OPTIMIZATION, POLLUTION, FINITE-DIFFERENCE SCHEME.

При моделюванні процесів міграції забруднення в атмосфері базовим є тривимірне рівняння конвективної дифузії [1, 2]

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z} + \sigma C = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_1 \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_2 \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu_3 \frac{\partial C}{\partial z} \right) + f(x, y, z, t), \quad (1)$$

де $C(x, y, z, t)$ – концентрація домішки;

(u, v, w) – компоненти вектора швидкості повітряних мас V ;

σ – коефіцієнт трансформації домішки;

$\mu = (\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ – коефіцієнти турбулентної дифузії;

$f(x, y, z, t)$ – функція джерел забруднення.

Початкові та крайові умови

$$C(x, y, z, 0) \Big| = 0, \quad (2)$$

$$C(x, y, z, t) \Big|_{x, y \rightarrow \pm\infty, z \rightarrow \infty} = 0, \quad \frac{\partial C(x, y, z, t)}{\partial z} = 0, z = 0. \quad (3)$$

Для вибору місця розміщення підприємства використаємо метод побудови спряженої задачі запропонований Г. І. Марчуком [2]. Розглянемо задачу стосовно об'єктів, для яких характерна відсутність стаціонарних викидів, але при ймовірних аваріях можуть відбутися залпові аерозольні викиди в повітря. Тобто, в момент часу t_i

$$f(x, y, z, t) = Q \delta(x - x_i) \delta(y - y_i) \delta(z - z_i) \delta(t - t_i), \quad (4)$$

де Q – інтенсивність викиду;

$\delta(\cdot)$ – дельта-функція Дірака;

(x_i, y_i, z_i) – координати точкового джерела. Нехай для кожної з охоронних зон (житлових масивів) $(x_k, y_k, z_k), k = \overline{1, K}$ відомий проміжок часу τ_k необхідний для проведення аварійних

заходів. Запишемо умову оптимізації таким чином, щоб концентрація забруднення в охоронній зоні, на час необхідний для здійснення аварійних заходів, не перевищувала санітарної норми

$$\sum_{k=1}^K A_k C(x_k, y_k, z_k, t < \tau_k) < E, \quad (5)$$

де $A_k, k = \overline{1, K}$ – вагові коефіцієнти, що задають особливості кожної охоронної зони, $\sum_{k=1}^K A_k = 1$.

Розглянемо функцію $C^*(x, y, z, t)$, яка задовольняє початковій умові

$$C^*(x, y, z, t = \tau_m) = 0, \text{ де } \tau_m = \max(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_K) \quad (6)$$

та крайовим умовам (3). Тоді, згідно [2], для розв'язання задачі оптимізації розміщення підприємства достатньо знайти розв'язок $C^*(x, y, z, \tau)$ початково-крайової задачі визначеної рівнянням вигляду (1), з правою частиною

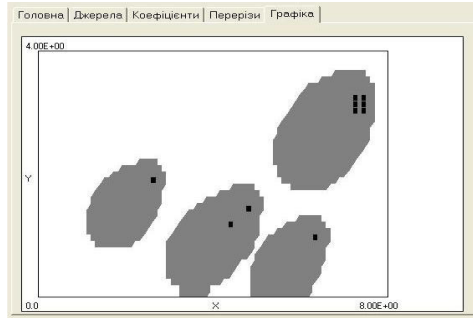
$$f(x, y, z, \tau) = \sum_{k=1}^K \begin{cases} A_k, & \text{якщо } x = x_k, y = y_k, z = z_k, \tau \in (0, \tau_m - \tau_k), \\ 0, & \text{в інших випадках,} \end{cases}$$

де $\tau = \tau_m - t$, та початково-крайовими умовами (3), (6).

Для розв'язання цієї задачі застосуємо різницеву схему розщеплення та обчислення за допомогою явних схем біжучої хвилі [3]. Область можливого розміщення підприємства знаходимо з розв'язку нерівності

$$C^*(\xi, \eta, \vartheta, \tau = \tau_m) < E / Q.$$

На малюнку нижче представлені результати чисельного моделювання. Охоронними зонами є 10 населених пунктів. Сірим кольором виділено місця де будівництво заборонено.



В доповіді розглядається програмно реалізований чисельний алгоритм вибору оптимальних зон побудови промислових підприємств. Для розв'язання багатовимірних нестационарних рівнянь застосовано різницеву схему біжучої хвилі.

Список використаних джерел

1. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / Згуровский М. З., Скопецкий В. В., Хрущ В. К., Беляев Н. Н. – Киев : Наук. думка, 1997. – 368 с.
2. Марчук Г. И. Сопряженные уравнения и анализ сложных систем / Марчук Г. И. – Москва : Наука, 1992. – 335 с.
3. Гладкий А. В. Алгоритмы параллельной реализации методов расщепления в задачах переноса загрязнений в атмосфере / Гладкий А. В., Благовещенская Т. Ю., Богаенко В. А. // Проблемы управления и информатики. – 2014. – № 5. – С. 134–146.

УДК 004.93

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ» В ЗАДАЧАХ СОКРАЩЕНИЯ РАЗМЕРНОСТИ

А. Ю. Благодарёв, аспирант

Запорожский национальный технический университет
alexheus85@gmail.com

А. А. Олейник, к. т. н., доцент

Запорожский национальный технический университет
olejnikaa@gmail.com

С. А. Субботин, д. т. н., профессор

Запорожский национальный технический университет
subbotin@zntu.edu.ua

Рассмотрено использование технологии «глубокого обучения» для решения задачи сокращения размерности данных.

Предложен модифицированный метод для сокращения времени обучения сети глубокого обучения.

Blagodaryov A. U., Oliinyk A. A., Subbotin S. A. Using “Deep learning” in dimensionality reduction tasks. In the article reviewed The Deep Learning architecture is adressed for the dimensionality reduction problems. The modified method for decrease the deep network training time is proposed.

Ключевые слова: ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ, ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ, СОКРАЩЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ.

Keywords: ARTIFICIAL NEURAL NETWORK, DEEP LEARNING, DIMENSIONALITY REDUCTION.

Рост объема и разнообразия данных, а также требований к скорости их обработки увеличиваются с каждым днём. Осмысление этой тенденции привело в 2008 году даже к появлению специального термина «Большие Данные». Основная сложность в области «Больших Данных» кроется не только в масштабах затрат и усилий на работу с ними, но и в том, чтобы суметь получить от этих затрат достаточно пользы. Для этого разрабатываются и используются технологии по сокращению размерности данных с целью сокращения вычислительных затрат и извлечения полезных свойств из данных [1, 2].

Жизнеспособность метода сокращения размерности зависит не только на его производительности, но также от того, насколько легко он может быть реализован и использован в различных областях. Простым и широко используемым методом является метод главных компонент (principle component analysis – PCA). Но PCA недостаточно, чтобы захватить нелинейные распределения данных [2].

Развитие в последние десятилетия искусственных нейронных сетей привело к появлению новых технологий, которые успешно используются и показывают хорошие результаты в данном направлении.

Одной из таких технологий является «глубокое обучение» – разновидность машинного обучения, которое реализуется с помощью специальных архитектур искусственных нейронных сетей, таких, например, как Deep Belief Network (DBN). DBN – это вероятностная генеративная модель, которая состоит из нескольких слоев стохастических скрытых переменных, каждый

слой захватывает корреляции высокого порядка между деятельностью скрытых особенностей в расположенном ниже слое. В данной архитектуре соединения есть между слоями, но не между элементами в пределах одного слоя [1–3]

Основным строительным блоком DBN является двудольная неориентированная графическая модель, называемая Restricted Boltzmann Machine (RBM), т.е. DBN можно рассматривать как композицию простых модулей обучения (RBM), каждый из которых содержит слой видимых элементов (данные) и слой скрытых элементов, которые обучаются представлять особенности данных, захватывая связи более высокого порядка [4, 5].

Недостатком DBN в задачах сокращения размерности являются значительные затраты времени на обучение сети при наличии большого количества скрытых слоёв и элементов в каждом таком слое.

Для сокращения времени обучения сети предлагается в каждом скрытом слое сети использовать группы взаимно независимых областей кластеризации, имеющих k выходных элементов, каждый из которых, в свою очередь, представляет один кластер, выходные элементы всех кластеров конкатенируются во вход более высокого слоя.

Данный подход является простым в реализации и сокращает необходимое количество скрытых элементов в более высоких слоях.

Необходимо отметить, что параметр k должен был максимально большой на нижних слоях и уменьшаться при переходе к более высоким слоям сети.

Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на разработку и исследование параллельных реализаций предложенного метода.

Список использованных источников

1. Deng L. Deep Learning: Methods and Applications / L. Deng, Y. Dong // Foundations and Trends in Signal Processing vol. 7. – 2014. – № 3–4. – P. 197–387.
2. Yoshua B. Learning Deep Architectures for AI / B. Yoshua // Foundations and Trends in Machine Learning vol. 2. – 2009. – №. 1. – P. 1–127.

3. Salakhutdinov R. Learning deep generative models [Electronic resource] / Diss. University of Toronto, Dept. of Computer Science. – Thesis, 2009. – Access mode: http://www.utstat.toronto.edu/~rsalakhu/papers/Russ_thesis.pdf.
4. Salakhutdinov R. Deep Boltzmann machines / R. Salakhutdinov, G. E. Hinton // Proceedings of The Twelfth International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS'09). – 2009. – Vol. 5. – P. 448–455.
5. Hinton G. E. A fast learning algorithm for deep belief nets / G. E. Hinton, E. Osindero, Y. Teh // Neural Computation. – 2006. – Vol. 18. – P. 1527–1554.

УДК 519.6:532.546:539.3

АНАЛІЗ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НЕІЗОТЕРМІЧНОГО ПРОЦЕСУ НЕУСТАЛЕНОЇ НАПІРНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ В ҐРУНТОВОМУ МАСИВІ

В. О. Богаєнко, к. ф.-м. н.;

О. О. Марченко, к. ф.-м. н., с. н. с.;

Т. А. Самойленко, к. ф.-м. н.

*Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України
tkucheruk@rambler.ru*

В доповіді проаналізовано результати моделювання нестационарних неізотермічних процесів у вологонасичених ґрунтах шляхом наближеного розв'язання двох початково-крайових задач для параболо-гіперболічних систем.

Bohaienko V. O., Marchenko O. O., Samoilenko T. A. Analysis of numerical modelling of non-isothermal process for non-stabilized pressure filtration in deformed soil massive. In the report we present simulation results for non-stationary non-isothermal processes in water saturated soils by approximate solution of two initial boundary value problems for parabolic-hyperbolic systems.

Ключові слова: ФІЛЬТРАЦІЯ, МЕТОД ГАЛЬОРКІНА, МСЕ.

Keywords: FILTRATION, GALERKIN METHOD, FEM.

Розглядається неізотермічна задача про притік води до котловану при зміні рівня води у верхній водоймі та змінній глибині котловану. Запропоновано дві диференціальні моделі: модель 1 – це задача для квазілінійної системи нестационарних

рівнянь фільтрації, теплопереносу та пружної деформації; моделлю 2 є задача для системи рівнянь динамічної консолідації і рівняння теплопереносу [1]. Система моделі 1 має вигляд

$$\tilde{\mu} \frac{\partial h}{\partial t} - \operatorname{div}(K_{\phi}(T, \theta) \operatorname{grad} h) = 0, \quad c_T \frac{\partial T}{\partial t} - \operatorname{div}(\lambda_T \operatorname{grad} T - c_e v T) = 0,$$

$$\rho_{cp} \frac{\partial^2 w_{ck}}{\partial t^2} - (Aw_{ck})(w_{ck}) - \operatorname{grad} P = F, \quad (x, y, t) \in \Omega \times (0, \tilde{T}],$$

де $F = (0, -\rho_{gp} g)^T$, $w_{ck} = (u_{ck}, v_{ck})^T$ – вектор зміщень скелету ґрунту, $P = \rho_b g (h - y)$ – тиск, $K_{\phi}(T, \theta) = \bar{K}_{\phi}(T) e^{\varepsilon(\theta)}$, θ – об'ємна деформація, $v = -K_{\phi} \operatorname{grad} h$, ρ_{gp} – щільність ґрунту, ρ_b – щільність води, A – оператор теорії пружності.

Модель 2 при врахуванні тільки пружних деформацій:

$$\rho_{\text{ч}}(1-m) \frac{\partial^2 w_{ck}}{\partial t^2} + \rho_b g m^2 \bar{K}_{\phi}^{-1}(T) \frac{\partial}{\partial t} (w_{ck} - w_b) - (Aw_{ck})(w_{ck}) - (1-m) \operatorname{grad} P = F_1,$$

$$\rho_b m \frac{\partial^2 w_b}{\partial t^2} + \rho_b g m^2 \bar{K}_{\phi}^{-1}(T) \frac{\partial}{\partial t} (-w_{ck} + w_b) - m \operatorname{grad} P = F_2,$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{M^b}{m} \left((1-m) \frac{\partial}{\partial t} \operatorname{div} w_{ck} + m \frac{\partial}{\partial t} \operatorname{div} w_b \right),$$

$$c_T \frac{\partial T}{\partial t} - \operatorname{div} \left(\lambda_T \operatorname{grad} T - c_b \frac{\partial w_b}{\partial t} T \right) = 0, \quad (x, y, t) \in \Omega \times (0, \tilde{T}],$$

$F_1(x, y, t) = (0, (m-1)\rho_{\text{ч}} g)^T$, $F_2(x, y, t) = (0, -m\rho_b g)^T$, $w_b = (u_b, v_b)^T$ – вектор зміщень води, \bar{K}_{ϕ} – з моделі 1, $\rho_{\text{ч}}$ – щільність скелету ґрунту, m – пористість, M^b – модуль пружності води.

Крайові умови в моделях 1,2 – неоднорідні змішані, початкові умови – розв'язок відповідної моделі 1 стаціонарної задачі.

Наближені розв'язки шукаються на базі методу Гальоркіна та МСЕ, дискретні розв'язки – за схемою Кранка-Ніколсона.

Результати засвідчують, що вплив зовнішніх температур на залежність швидкості заповнення котловану від значення напору на верхній межі H є несуттєвим для обох моделей, а від глибини котловану – суттєвий лише у випадку *моделі 1*. На рис. 1 наведено графік за часом відносної різниці $d\tilde{h} = (\tilde{h}(25) - \tilde{h}(15)) / \tilde{h}(15)$ рівня води \tilde{h} в котловані для значень температури на верхній межі $T = 25^\circ\text{C}$ і $T = 15^\circ\text{C}$ (на нижній – $T = 5^\circ\text{C}$ в усіх випадках) при різній глибині l котлованів для *моделі 1*; результат для *моделі 2* – на рис. 2. Для $l = 2$ м — відповідає $H = 0,2$ м, — $H = 0,6$ м, — $H = 1,2$ м; для $l = 5$ м — $H = 0,2$ м, — $H = 0,6$ м, — $H = 1,2$ м; для $l = 7$ м — $H = 0,2$ м, — $H = 0,6$ м, — $H = 1,2$ м (розмір розрахункової області по y – 20 м).

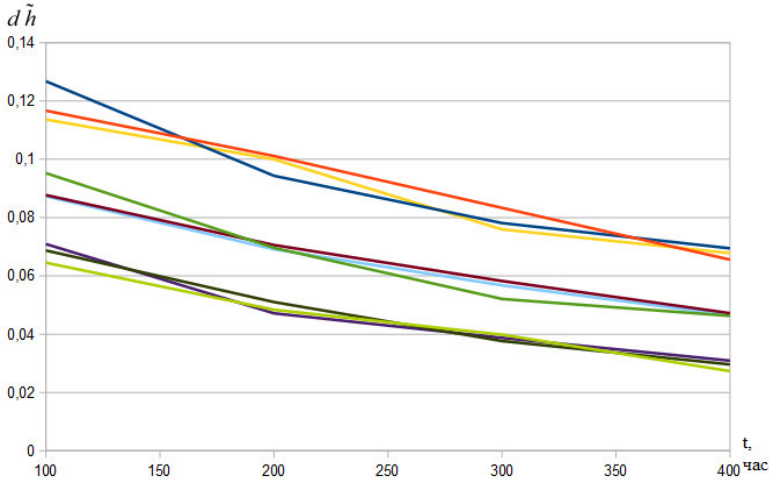


Рисунок 1

В доповіді проаналізовано результати чисельної реалізації двох різних математичних моделей динамічного процесу неізо-термічної напірної фільтрації в ґрунтовому масиві.

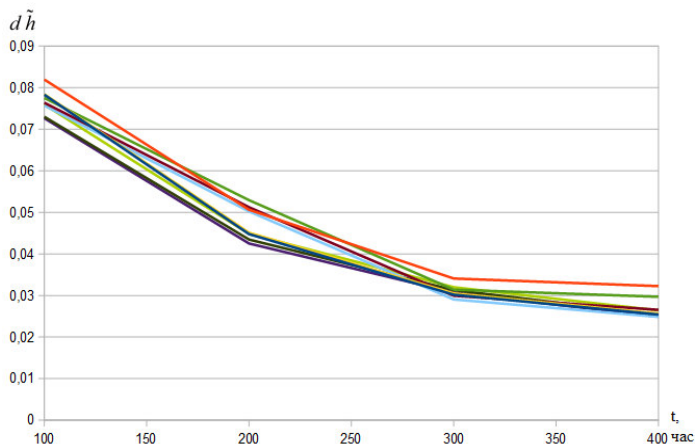


Рисунок 2

Список використаних джерел

1. Богаенко В. А. Анализ численного моделирования динамики грунтового массива при наличии неустановившейся напорной фильтрации / Богаенко В. А., Марченко О. А., Самойленко Т. А. // УСИМ. – 2014. – № 4. – С. 34–41.

УДК 004.455.1:004.738.5

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ РАБОТЫ JAVASCRIPT В СОВРЕМЕННЫХ БРАУЗЕРАХ

В. В. Вавилов, ст. гр. ПЗСм-14-1;

Н. В. Белоус, профессор кафедры ПИ

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

vavilloff@gmail.com

В статье рассматривается исследование вычислительной сложности и производительности JavaScript в современных браузерах, а также сравнение полученных результатов.

Vavilov V. V., Bilous N. V. Experimental results work JavaScript computational complexity in modern browsers. The article deals with the study of computational complexity and JavaScript performance in modern browsers, the comparison of the results.

Ключовые слова: JAVASCRIPT, ЗАДАЧА КОММИВОЯЖЕРА, БРАУЗЕР.

Keywords: JAVASCRIPT, TRAVELING SALESMAN PROBLEM, BROWSER.

JavaScript – это динамический язык, с помощью которого можно менять почти любые характеристики веб-страниц: модифицировать контент, добавляя элементы в модель DOM или удаляя их, менять свойства любых элементов, отвечать на действия пользователя и т. д.

Однако при всех своих достоинствах JavaScript может увеличить время загрузки страниц, создав разнообразные препятствия при их визуализации. В результате язык JavaScript вынуждает разработчика взять на себя заботу об оптимизации, которую обычно выполняют компиляторы в других языках программирования.

Цель работы – исследование вычислительной сложности работы JavaScript в различных окружениях, с помощью высоконагруженного алгоритма.

В качестве объекта для исследований была взята «задача Коммивояжера», реализованная на JavaScript при помощи муравьиного алгоритма.

В качестве испытуемых браузеров были взяты три браузера: Google Chrome 47, Internet Explorer 11, Mozilla Firefox 43. Для предотвращения случайных погрешностей и получения более точного значения, проводилось по 100 измерений в каждом браузере. В качестве вершин использовались произвольные координаты (50 шт).

Для измерения скорости работы JavaScript использовался объект Date.

Лучше всего с задачей справился Google Chrome (450 мс), следом идет Firefox (590 мс), Internet Explorer (680 мс).

Помимо исследования скорости вычисления работы алгоритма, были проведены измерения потребляемых ресурсов во время выполнения расчетов: RAM, CPU, HDD.

Из полученных данных о потреблении ресурсов ни один из браузеров не показал значительного преимущества над остальными. По результатам тестов все три имеют приблизительно одинаково хорошую производительность. Стоит отметить, что браузер Google Chrome все же немного опережает своих

соперников. Также наиболее интересно, что не отстаёт браузер, который стоит в Windows по умолчанию.

Относительно скорости обработки поставленной задачи, Chrome справился быстрее других с расчетами. Теоретически можно предположить, что это связано с тесной взаимосвязью между браузером Chrome и сервисами от Google: а также особенностями работы движка Blink и V8 в частности, его обработки JavaScript. Дополнительно были произведены измерения скорости работы в двух других известных браузерах, работающих на движке Blink, а именно Opera и Vivaldi.

Средние значения Opera и Vivaldi – 380 и 415 мс соответственно, что подтверждает, что движок Blink имеет производительность выше, чем у конкурентов – Firefox и IE.

Сводная таблица для демонстрации всех результатов представлена ниже:

Таблица 1 – Сравнительные данные измерений браузеров

	Скорость обработки, мс	Ресурсы ПК		
		RAM, Мб	CPU, %	HDD (чтение/запись), байт/с
Google Chrome	450	426	2,6	500/6500
Mozilla Firefox	590	447	3,74	300/4 400
Internet Explorer	680	281	2,6	1 500/4 000

На основании проведенного эксперимента можно сделать вывод, что Google Chrome в настоящее время наиболее подходит для работы с высоконагруженными веб-системами и сервисами, которые активно используют JavaScript. Небольшие утечки в некоторых проектах могут иметь решающую роль в выборе инструмента для работы.

Список использованных источников

1. Липатов Е. П. Теория графов и её применения / Е. П. Липатов. – Москва : Знание, 1986. – 32 с.
2. Штовба С. Д. Муравьиные алгоритмы / С. Д. Штовба // Exponenta Pro, Математика в приложениях, 2003. – С. 70–75.
3. Мудров В. И. Задача о коммивояжере / В. И. Мудров. – Москва : Знание, 1969. – 62 с.

ПЛОСКА ЗАДАЧА ТЕОРІЇ ПРУЖНОСТІ ДЛЯ ПІВСМУГИ З ПОПЕРЕЧНОЮ ТРІЩИНОЮ

Н. Д. Вайсфельд, д. ф.-м. н., професор;

О. Ф. Кривий, д. ф.-м. н., професор;

З. Ю. Журавльова, ст. викладач

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
zhuravleva@te.net.ua

Для розв'язання плоскої задачі для пружної півсмуги з поперечною тріщиною використовуються апарати інтегральних перетворень та матричного диференціального числення, враховуються нерухомі особливості розв'язку.

Vaysfel'd N. D., Kryvyi O. F., Zhuravlova Z. Yu. The integral transformations' method and the apparatus of the matrix differential calculation are used for the solving of a plain problem for the elastic semi-strip. The fixing features of the solution are considered.

Ключові слова: ПІВСМУГА, ПОПЕРЕЧНА ТРІЩИНА, ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є.

Keywords: SEMI-STRIP, TRANSVERSAL CRACK, FOURIER'S TRANSFORMATION.

Розглядається пружна півсмуга (G – модуль пружності, μ – коефіцієнт Пуассона), що описується у декартовій системі координат співвідношеннями: $0 < x < a, 0 < y < \infty$. На бічних гранях виконуються умови зчеплення $u(0, y) = 0, v(0, y) = 0, u(a, y) = 0, v(a, y) = 0, 0 < y < \infty$. Тут $u(x, y) = u_x(x, y), v(x, y) = v_y(x, y)$. По торцю $0 < x < a, y = 0$ задано напруження

$$\sigma_y \Big|_{y=0} = p(x), \tau_{yx} \Big|_{y=0} = 0, 0 < x < a. \quad (1)$$

На лінії $c_0 < x < c_1, y = B$ розташована поперечна тріщина

$$\langle u(x, B) \rangle = \psi_1(x) \neq 0, \langle v(x, B) \rangle = \psi_2(x) \neq 0, c_0 < x < c_1$$

$$\langle \tau_{xy}(x, B) \rangle = 0, \langle \sigma_y(x, B) \rangle = 0, c_0 < x < c_1.$$

Потрібно визначити поле переміщень та напружень у півсмузі, що задовольняють крайові умови, умови на тріщині та рівняння рівноваги [1].

Вихідна задача зводиться до одновимірної шляхом застосування півнескінченного \sin -, \cos -перетворення Фур'є за змінною у за загальною схемою [2].

Крайова задача у просторі трансформант формулюється у векторному вигляді як

$$\begin{aligned} L_2 \bar{y}_\beta(x) &= \bar{f}(x) \\ \bar{y}_\beta(0) &= 0, \bar{y}_\beta(a) = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

де $L_2 \bar{y}_\beta(x) = I \bar{y}_\beta''(x) + 2\beta Q \bar{y}_\beta'(x) - \beta^2 P \bar{y}_\beta(x)$, $\bar{y}_\beta(x) = (u_\beta(x); v_\beta(x))^T$, $u_\beta(x), v_\beta(x)$ – трансформанти функцій переміщень, $I, Q, P, \bar{f}(x)$ – відомі величини.

Розв'язок векторної крайової задачі розшукується у вигляді суперпозиції загального розв'язку векторного однорідного рівняння $\bar{y}_\beta^0(x)$ і його часткового векторного розв'язку $\bar{y}_\beta^1(x)$: $\bar{y}_\beta(x) = \bar{y}_\beta^0(x) + \bar{y}_\beta^1(x)$. Для знаходження загального розв'язку векторного однорідного рівняння розшукується розв'язок відповідного матричного рівняння [1]. Для знаходження часткового векторного розв'язку будується матриця-функція Гріна методом матричних інтегральних перетворень [1]. Тоді розв'язок задачі (2) приймає вигляд

$$\bar{y}_\beta(x) = Y_1(x) \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} + Y_2(x) \begin{pmatrix} c_3 \\ c_4 \end{pmatrix} + \int_0^a G(x, \xi) \bar{f}(\xi) d\xi, \quad (3)$$

тут $Y_1(x), Y_2(x)$ – розв'язки матричного рівняння, $G(x, \xi)$ – матриця-функція Гріна, $c_i, i = \overline{1, 4}$ – сталі, що знаходяться з крайових умов на бічних гранях півсмуги. Формула (3) описує трансформанти переміщень, що залежать від невідомих функцій $\chi'(x), \psi'_1(x), \psi'_2(x)$, де $\chi(x) = v(x, 0)$. Ці функції знаходяться з умов на торці та на тріщині

$$\sigma_y(x, 0) = p(x), \tau_{xy}(x, B+0) = 0, \sigma_y(x, B+0) = 0. \quad (4)$$

Підстановка виразів для функцій переміщень в умови (4) приводить до системи сингулярних інтегральних рівнянь (ССІР). Невідома функція $\chi'(x)$ розвивається в ряд з урахуванням коренів символу ядра відповідного інтегрального рівняння [3]. Невідомі функції $\psi_1'(x), \psi_2'(x)$ розвиваються в ряди за поліномами Чебишева першого роду. Ці розвинення підставляються у ССІР, що розв'язується узагальненим методом граничних інтегральних рівнянь [4].

У роботі приведена нова методика розв'язання задачі для півсмуги, що базується на зведенні вихідної задачі до векторної одновимірної крайової задачі. Остання розв'язується за допомогою апарату матричного диференціального числення та матричної функції Гріна. Розв'язок ССІР будується з урахуванням нерухомих особливостей функції $\chi'(x)$ на торці півсмуги.

Список використаних джерел

1. Vaysfel'd N. D. On one new approach to the solving of an elasticity mixed plane problem for the semi-strip / N. D. Vaysfel'd, Z. Yu. Zhuravlova // Acta Mechanica, 2015. – 226, № 12. – P. 4159–4172.
2. Попов Г. Я. Концентрация упругих напряжений возле штампов, разрезов, тонких включений и подкреплений / Г. Я. Попов. – Москва : Наука, 1982. – 344 с.
3. Дудучава Р. В. Интегральные уравнения свертки с разрывными предсимволами, сингулярные интегральные уравнения с неподвижными особенностями и их приложения к задачам механики / Р. В. Дудучава. – Тбилиси : Мецниереба, 1979. – 133 с.
4. Кривий О. Ф. Взаємний вплив міжфазних тунельних тріщини і включення в Кусково-однорідному анізотропному просторі / О. Ф. Кривий // Мат. методи та фіз.-мех. поля, 2013. – 56, № 4. – С. 118–124.

УДК 004.942:519.876.5

ГЕОІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ЕМІСІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ВІД ЛІНІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

М. А. Валах;

Р. А. Бунь, д. т. н., професор

Національний університет «Львівська політехніка»

rost.bun@gmail.com

Представлено геоінформаційну технологію та математичну модель для просторового аналізу емісії парникових газів від лінійних джерел у транспортному секторі.

Valakh M. A., Bun R. A. Geoinformation technology for greenhouse gases emissions inventory from line-type sources. Geoinformation technology and mathematical model for spatial analysis of greenhouse gas emissions from line-type sources in the transport sector are presented.

Ключові слова: МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ТРАНСПОРТНИЙ СЕКТОР, ЕМІСІЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ.

Keywords: MATHEMATICAL MODELING, TRANSPORT SECTOR, GREENHOUSE GAS EMISSION.

Для того, щоб не допустити подальшої зміни клімату на планеті, людство приймає неабиякі зусилля для зменшення емісії парникових газів до атмосфери. Міжнародна група експертів зі зміни клімату розробила принципи інвентаризації парникових газів на рівні країн [1], які широко використовуються для перевірки виконання міжнародних домовленостей щодо зменшення емісій. Проте, значно більше інформації про емісійні процеси несуть просторові інвентаризації парникових газів [2], роздільну здатність яких постійно підвищують.

Значні емісії спричиняє діяльність автомобільного транспорту. У статті [3] представлено підхід до просторової інвентаризації парникових газів у транспортному секторі з використанням сітки певного кроку. На відміну від цього підходу, метою цієї роботи є створення геоінформаційної технології і математичної моделі просторової інвентаризації парникових газів у цьому секторі виключно на рівні автомобільних доріг, як лінійних джерел емісії.

Суть пропонованого підходу до інвентаризації емісій полягає у тому, що використовуючи цифрову карту автомобільних доріг здійснюють дезагрегацію статистичних даних про споживання палив різних видів у автомобільному транспорті до рівня елементарних ділянок доріг. Як індикатор дезагрегації використовують дані про інтенсивність руху транспортних засобів різних видів. У свою чергу, інтенсивність руху обчислюють на основі таких параметрів як кількість автомобілів кожного виду у регіоні, дані про структуру використання палив за видами транспортних засобів, а також відносні коефіцієнти інтенсивності автомобільних потоків, приведені до одиниці довжини дороги відповідного типу.

Дезагрегацію статистичних даних про спожите паливо (бензин, дизельне паливо та природний газ) здійснюють з врахуванням таких видів транспортних засобів: моторолери, мотоцикли, легкові автомобілі, автобуси та спеціальні авто. При цьому використовуються дані про структуру споживання палив за видами транспортних засобів, отримані на основі експертної оцінки фахівців автомобільного транспорту.

Кількість палива кожного виду, спожитого на ділянці дороги одиничної довжини, знаходять з використанням відносних коефіцієнтів інтенсивності автомобільних потоків, отриманих також експертним шляхом. При цьому враховано такі типи доріг: автомагістралі, швидкісні з двостороннім рухом, швидкісні з одностороннім рухом, з двостороннім рухом до 11,5 т/вісь, з одностороннім рухом до 11,5 т/вісь, з двостороннім рухом до 10 т/вісь, з одностороннім рухом до 10 т/вісь, з двостороннім рухом до 8 т/вісь, з одностороннім рухом до 8 т/вісь, з двостороннім рухом, з одностороннім рухом, інші дороги з твердим покриттям, ґрунтові, а також міські дороги.

Для обчислення емісій парникових газів від елементарної ділянки дороги застосовується математична модель, в якій враховано обсяг палива, яке спалено на цій ділянці, її довжину, нетто теплотворну здатність палива, коефіцієнти емісії та глобальні потенціали потепління відповідних парникових газів.

Використовуючи розроблену геоінформаційну технологію та математичну модель сформовано базу геопросторових даних та здійснено просторову інвентаризацію емісій діоксиду вуглецю, метану та закису азоту, а також сумарні емісії в CO_2 -еквіваленті, у транспортному секторі Підкарпатського воєводства у Польщі. Показано, що емісії від дорожнього транспорту досить щільно розподілені по всій території воєводства, проте вони значно вищі на територіях, де зосереджені великі автомобільні мережі та основні транспортні вузли. Максимальні сумарні питомі емісії парникових газів усіма видами транспортних засобів складають 846 тон у CO_2 -еквіваленті на кілометр дороги.

Новизна представленого підходу полягає у тому, що просторовий аналіз емісій парникових газів у транспортному секторі здійснюється використовуючи цифрову карту мережі автомобільних доріг, як множини лінійних джерел емісії. Отримані результати у вигляді бази геопросторових даних дають можливість аналізувати емісії парникових газів за типами доріг, видами палив та категоріями транспортних засобів.

Список використаних джерел

1. IPCC Guidelines for National GHG Inventories / H. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, eds. – Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Kanagawa, Japan, 2006.
2. Boychuk Kh. Regional spatial cadastres of GHG emissions in Energy sector: Accounting for uncertainty / Boychuk Kh., Bun R. // Climatic Change. – 2014. – V. 124, Is. 3. – P. 561–574.
3. Гамаль Х. В. Математичне та програмне забезпечення для просторової інвентаризації парникових газів у транспортному секторі / Гамаль Х. В. // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Інформаційні системи та мережі. – 2008. – № 621. – С. 97–108.

УДК 519.6

ДИСКРЕТИЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ДИФУЗІЇ РЕЧОВИНИ В НАНОПОРИСТОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Н. А. Вещунова, к. ф.-м. н.

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
nvieshchunova@ukr.net

Розглядається чисельне розв'язання диференціальної різномасштабної математичної задачі масопереносу в нанопористому середовищі.

Vieshchunova N. A. Numerical Solution of Masstransfer in Nanoporous Media. The solution of differential mathematical masstransfer problem in nanoporous media is considered.

Ключові слова: МАСОПЕРЕНОС, НАНОПОРИСТІ СЕРЕДОВИЩА, МЕТОД СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ.

Keywords: MASS TRANSFER, POROUS MEDIAS, FEM.

В області $\Omega_T = \Omega \times (0, T)$, $\Omega = (0, L)$, розглядається процес дифузії речовини через пористу пластину товщини L , що складається з великої кількості сферичних пористих складових радіусу R ($0 < R \ll L < \infty$), який описується рівнянням [1]:

$$\varepsilon \frac{\partial c}{\partial t} = d_1 \varepsilon \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - 3(1 - \varepsilon) \frac{d_2}{R} \left(\frac{\partial q}{\partial r} \right) \Big|_{r=R}, \quad (x, t) \in \Omega_T, \quad r \in [0, R], \quad (1)$$

де ε – пористість, d_1, d_2 – коефіцієнти дифузії; $c(x, t)$ та $q(r, x, t)$ – концентрації речовини.

Дифузія речовини у сферичній складовій радіуса R із центром в точці $x \in \Omega$ пористого середовища описується рівнянням:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = d_2 \left(\frac{\partial^2 q}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial q}{\partial r} \right), \quad r \in (0, R), (x, t) \in \Omega_T. \quad (2)$$

Початкові умови:

$$c(x, 0) = \phi_1(x), \quad q(r, x, 0) = \phi_2(r, x), \quad x \in \Omega, \quad r \in (0, R). \quad (3)$$

Крайові умови для концентрації $c(x, t)$:

$$c(L, t) = \varphi(t), \quad \left. \frac{\partial c}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, \quad t \in (0, T). \quad (4)$$

Крайові умови в т. $(x, t) \in \Omega_T$ для концентрації $q(r, x, t)$:

$$\frac{\partial q(0, x, t)}{\partial r} = 0, \quad q(R, x, t) = kc(x, t), \quad t \in (0, T), \quad k = \text{const} > 0. \quad (5)$$

Питання побудови узагальненої задачі та наближеного узагальненого розв'язку задачі (1)–(5) розглянуті в [1]. Автором задача розв'язана чисельно за допомогою методу скінченних елементів (МСЕ) із використанням кусково-квадратичних функцій [2]. Области $[0, L]$ та $[0, R]$ розбиваються з кроком h_c та h_q , відповідно, на $n_1 = L/h_c$ та $n_2 = R/h_q$ елементарних відрізків, що дозволяє сформувати вектор із $N = N_c(N_r + 1)$ вузлів ($N_c = 2n_1 + 1$, $N_r = 2n_2 + 1$), де кожній точці $x_i \in [0, L]$, $i = 0, N_c - 1$, відповідає N_r точок $r_j \in [0, R]$, $j = 0, N_r - 1$.

Розв'язок початково-крайової задачі (1)–(5) зводиться до розв'язання задачі Коші для системи звичайних диференціальних рівнянь першого порядку [2]. Проведено чисельні експерименти, які показують ефективність розроблених алгоритмів (відносна похибка відхилення наближеного розв'язку від наперед відомого точного не перевищувала $5 \cdot 10^{-7} \%$).

Висновок. Особливість задачі (1)–(5) полягає у складових рівняння (1) та умові (5), що потребувало нестандартного підходу при розбитті області дослідження, побудові матриць жорсткості і мас та вектора правих частин і врахуванні крайових умов [2].

Список використаних джерел

1. Сергиенко И. В. Идентификация градиентными методами параметров задач диффузии вещества в нанопористой среде / Сергиенко И. В., Дейнека В. С. // Проблемы управления и информатики. – 2010. – № 6. – С. 5–18.
2. Дейнека В. С. Модели и методы решения задач с условиями сопряжения / Дейнека В. С., Сергиенко И. В., Скопецкий В. В. – Киев : Наук. думка, 1998. – 615 с.

УДК 681.3

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ВМ

В. А. Вышинский, д. т. н., с. н. с.

Институт кибернетики НАН Украины
vyshinskiy@ukr.net,

А. Ю. Кононенко

Институт кибернетики НАН Украины
kononenko17@i.ua,

А. В. Слепец

Институт кибернетики НАН Украины
alla_volod@ukr.net

В докладе рассматривается способ алгоритмической поддержки одного из элементов элементной базы вычислительных машин нового поколения.

Vyshinsky V. A. Kononenko A. Y. Slipetz A. V. The method of algorithmic support of one of elements of element base of calculable machines of new generation is examined in the lecture.

Ключевые слова: ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, ПОКОЛЕНИЕ МАШИН, ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА.

Keywords: INFORMATION TECHNOLOGY, COMPUTERS GENERATION, ELEMENT BASE.

Развитие вычислительной техники (ВТ) предусматривает, от поколения к поколению вычислительных машин (ВМ), рост объема информации в операндах и укрупнение машинных команд над ними. Особенно это становится эффективным для ВМ третьего поколения, в которых машинная информационная технология, зиждется на операциях алгебр сложных структур данных. Дело в том, что ее аппаратурная поддержка весьма успешно согласуется с возможностями и требованиями микроэлектроники, предъявляемым к схемам ВТ, если, отмеченные выше алгебры в машине задаются посредством аппарата регулярных матричных представлений.

Новое поколение ВМ требует и по-новому подойти к ее элементной базе, уже ориентируемой на матричную обработку, которая широко использует известную процедуру скалярного произведения векторов, и, в конечном итоге, умножение действительных чисел. Сегодня вычислительная техника получила широкую гамму алгоритмов и устройств этой операции, каждое из которых использует один из известных четырех способов умножения двоичных чисел. Напомним их. В **первом** способе умножение выполняется со старших разрядов первого перемножаемого числа, взятого в качестве множителя, а второе число, при этом, используется как множимое. Например, если первое число $A = 1010$ и второе число $B = 010$, то этот способ отображается известную таблицу ноликов и единиц

$$\begin{array}{r} 0101 \\ 0000 \\ 0101 \\ 0000 \end{array}$$

Во **втором** – с младших разрядов первого перемножаемого числа, взятого в качестве множителя, а второе число, при этом, используется как множимое. В **третьем** способе умножение выполняется со старших разрядов второго перемножаемого числа, взятого в качестве множителя, а первое число, при этом, используется как множимое. И, наконец, **четвертый** способ умножение выполняет с младших разрядов второго умножаемого числа, взятого в качестве множителя, а первое число – как множимое.

Если совместить в процессе реализации умножения чисел по два, приведенных выше, способа то, обычное их представление

в виде параллелограмма, преобразуется в треугольное. Это видно из примера умножения чисел А и В при объединении первого и третьего способов. В этом случае получается треугольная таблица:

$$\begin{array}{r} 1 \\ 000 \\ 10101 \\ 0000000 \end{array}$$

В таком совмещении алгоритм умножения чисел реализуется со старших разрядов первого перемножаемого числа, взятого в качестве множителя, а второе число, при этом, выступает как множимое. Эта часть алгоритма отображает половину таблицы-параллелограмма (старшие ее разряды) первого способа умножения чисел. Одновременно происходит умножение со старших разрядов второго перемножаемого числа, взятого в качестве множителя, а первое число используется как множимое. Эта часть алгоритма отражается в младших разрядах таблицы-параллелограмма, согласно третьему способу.

Указанную выше таблицу-треугольник, в средствах вычислительной техники можно формировать двумя способами – либо, начиная с верхней строки, либо с нижней. Нетрудно заметить, что формирование таблицы с верхней строки более предпочтительно, поскольку в этом случае знание значений всех двоичных разрядов сомножителей не требуется. Из этого следует, что алгоритм формирования может быть сведен к последовательной подачи чисел, т. е. разряд за разрядом, а это существенно сокращает количество входов (контактных площадок) для микросхемной реализации умножителя. Если, дополнительно к этому, двоичные числа подавать на умножитель в двухтактном его режиме, т. е. значение разрядов сомножителей подавать в противофазе, то количество контактных площадок вокруг микросхемы сокращается в два раза.

По существу, использование приведенного алгоритма умножения чисел в микросхемах скалярного произведения векторов, позволит в ней сократить в $2n$ раз (n – размерность вектора) количество контактных площадок, что существенно повлияет на технологию ее производства и надежность обработки информации.

ЧИСЛА ФІБОНАЧЧІ ТА ПАРАПЕРМАНЕНТИ ТРИКУТНИХ МАТРИЦЬ

Т. П. Гой, к. ф.-м. н., доцент

Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника
tarasgoy@yahoo.com

Використовуючи апарат трикутних матриць, встановлені деякі нові формули для чисел Фібоначчі з парними (непарними) індексами.

Goy T. P. Fibonacci numbers and parapermanents of triangular matrices. Applying the apparatus of triangular matrices, we found some new formulas for Fibonacci numbers with even (odd) indices.

Ключові слова: ЧИСЛА ФІБОНАЧЧІ, ТРИКУТНА МАТРИЦЯ, ПАРАПЕРМАНЕНТ ТРИКУТНОЇ МАТРИЦІ.

Keywords: FIBONACCI NUMBERS, TRIANGULAR MATRIX, PARAPERMANENT OF TRIANGULAR MATRIX.

Класична послідовність Фібоначчі

$$F_1 = 1, F_2 = 1, F_n = F_{n-1} + F_{n-2}, n \geq 3,$$

та її узагальнення широко використовуються в різноманітних розділах математики, зокрема, у теорії кодування, криптографії, у теорії графів [1, 2].

Для дослідження деяких властивостей чисел Фібоначчі ефективним виявилися трикутні матриці та функції від них.

Параперманентом трикутної матриці n -го порядку [3]

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & & & \\ a_{21} & a_{22} & & \\ \vdots & \vdots & \ddots & \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}_n \quad (1)$$

називають функцію $pper(A) = \sum_{r=1}^n \sum_{p_1+\dots+p_r=n} \prod_{s=1}^r \{a_{p_1+\dots+p_s, p_1+\dots+p_{s-1}+1}\}$,

де $\{a_{ij}\} = a_{ij} \cdot \dots \cdot a_{ii}$, $p_1, \dots, p_r \in N$.

У [3, с. 137] встановлений зв'язок між числами Фібоначчі з парними індексами та параперманентами трикутних матриць:

$$F_{2n} = \begin{bmatrix} 1 & & & & & \\ & 2/1 & & & & \\ & & 1 & & & \\ & & & 2/1 & & \\ & & & & 1 & \\ & \dots & & \dots & \dots & \ddots \\ & & & & & & (n-1)/(n-2) & (n-2)/(n-3) & (n-3)/(n-4) & \dots & 1 \\ & & & & & & n/(n-1) & (n-1)/(n-2) & (n-2)/(n-3) & \dots & 2/1 & 1 \end{bmatrix}_n,$$

де $[a_{ij}]_{1 \leq j \leq i \leq n} \equiv pper(A)$, а також доведена рекурентна формула для чисел Фібоначчі з непарними індексами [3, с. 131]:

$$F_{2n-1} = \begin{bmatrix} 1 & & & & & \\ F_2 & 1 & & & & \\ 0 & F_4/F_1 & 1 & & & \\ \dots & \dots & \dots & \ddots & & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & F_{2n-4}/F_{2n-7} & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & F_{2n-2}/F_{2n-5} & 1 \end{bmatrix}_n, \quad n \geq 1. \quad (1)$$

Твердження 1. *Справджуються формули:*

$$F_{2n-1} = \begin{bmatrix} 2 & & & & \\ 1/2 & 2 & & & \\ 1 & 1/2 & 2 & & \\ \dots & \dots & \dots & \ddots & \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 2 \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 1/2 & 2 \end{bmatrix}_n, \quad n \geq 2,$$

$$F_{2n} = \begin{bmatrix} 1 & & & & & & & & & \\ & F_3 & 1 & & & & & & & \\ & 0 & F_5/F_2 & 1 & & & & & & \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \ddots & & & & & \\ & 0 & 0 & 0 & \cdots & & & 1 & & \\ & 0 & 0 & 0 & \cdots & F_{2n-3}/F_{2n-6} & & & 1 & \\ & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & F_{2n-1}/F_{2n-4} & & & 1 \end{bmatrix}_n. \quad (2)$$

Використовуючи тепер зв'язок між парাপерманентом трикутної матриці та звичайним визначником [3, с. 198], з (1), (2) одержуємо наступне твердження.

Твердження 2. *Справджується рекурентні формули:*

$$F_{2n-1} = \frac{1}{F_3 F_5 \cdots F_{2n-5}} \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ -F_2 & 1 & 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -F_4 & F_1 & F_1 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -F_6 & F_3 & F_3 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & -F_{2n-4} & F_{2n-7} & F_{2n-7} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & -F_{2n-2} & F_{2n-5} \end{vmatrix}$$

i

$$F_{2n} = \frac{1}{F_2 F_4 \cdots F_{2n-4}} \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ -F_3 & 1 & 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -F_5 & F_2 & F_2 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -F_7 & F_4 & F_4 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & -F_{2n-3} & F_{2n-6} & F_{2n-6} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & -F_{2n-1} & F_{2n-4} \end{vmatrix}.$$

Висновки. Використовуючи представлення чисел Фібоначчі через параперманенти трикутних матриць, встановлені нові рекурентні формули для цих чисел з парними і непарними індексами через визначники Якобі.

Список використаних джерел

1. Koshy T. Fibonacci and Lucas Numbers with Applications / T. Koshy. – N. Y. : John Wiley & Sons, 2001. – 648 p.
2. Stakhov A. P. Introduction into Fibonacci coding and cryptography / A. P. Stakhov, V. Massingue, A. Sluchenkova. – Kharkiv : Osnova, 1999. – 236 p.
3. Заторський Р. А. Числення трикутних матриць та його застосування / Р. А. Заторський. – Івано-Франківськ : Сімик, 2010. – 508 с.

УДК 539.3

МОДЕЛЮВАННЯ ВИСОТИ І СТРУКТУРИ ХАОСУ

І. Г. Грабар, д. т. н., професор

Житомирський національний агроекологічний університет
ivan-grabar@ukr.net

Хаос – одна із найбільших проблема математичної фізики і математики ХХ століття [4–6], яка так і перейшла невирішеною у ХХІ століття. Простори, які мають хаотичну структуру, будемо називати *хаотиками*. В даній доповіді ми досліджуємо лише скінченні, або *комбінаторні хаотики*. Відомо, що динаміка нелінійних систем в багатьох випадках зводиться до хаотиків. Причому аттрактори таких систем, що отримали назву дивних, є хаотиками, та мають фрактальну структуру [1–4]. Нелінійні детерміновані системи є зручними об'єктами як для моделювання фазових переходів «порядок – безпорядок» (П→БП), так і навпаки – дозволяють довільні початкові умови притягти до детермінованих точок аттрактора, що еквівалентно фазовому переходу «безпорядок – порядок» (БП→П). Породження хаосу детермінованими нелінійними системами при зміні керуючих параметрів в широкому діапазоні значень є одним з найбільших сюрпризів науки кінця 20 століття [1]. Добре вивчена хаотизація аттрактора в моделях Фейгенбаума, Лоренца, Расслера, Дюффінга, що відбувається за сценарієм подвоєння періоду та має на диво красиву структуру, що добре моделюється із застосуванням циклічних груп [7–10].

В доповіді показано, що кількісне вимірювання висоти хаосу λ дозволяє обґрунтувати запропоновану раніше синергетичну модель руйнування [11], як фазовий перехід від стану [«Мікрохаос-БП» ($\lambda \Rightarrow 1$); «Макропорядок-П» ($\lambda \Rightarrow 0$)] до стану [«Мікропорядок-П» ($\lambda \Rightarrow 0$); «Макрохаос-БП» ($\lambda \Rightarrow 1$)]. Це демонструє відносність ролі висоти хаосу, її залежність від структурного та масштабного рівня. Це приводить до взаємної причинно-наслідкової зміни ролі хаосу, коли максимальне значення висоти хаосу на мікрорівні забезпечує макропорядок (не руйнування конструкції), і навпаки – виникнення порядку на мікрорівні – синхронізація групи атомів в локальній зоні під дією зовнішньої загрузки – сприяє їх груповому скачку через потенційний бар'єр, зародженню тріщини та подальшого руйнування конструкції, що еквівалентно переходу до хаосу на макрорівні!

Схожі сценарії можна виявити в багатьох системах живої і неживої природи – від гідродинаміки (ламінарний – турбулентний режим руху рідини) та економіки (паніка на біржах) до природних катастроф (землетруси, лавини, цунамі, вулкани) і аж до надпровідності, надтекучості і т. п., коли заселення одного структурного рівня з $\lambda \Rightarrow 0$ забезпечує настання наступного структурного рівня $\lambda \Rightarrow 1$ та навпаки. Очевидно, в масштабах Всесвіту кількість таких чергувань (масштабних фазових переходів) може бути нескінченним. Тим актуальніша задача моделювання кінетики і структури таких сценаріїв.

В таблицях 1-2 наведено результати обчислення висоти хаосу λ в повних групах перестановок $4!$ та $5!$ та проведено ранжування даних груп по значеннях висоти хаосу λ . При цьому значення висоти хаосу обчислювалось як за ітераційною схемою проф. Грони [4–9],

$$\lambda(n+1) = n * \lambda(n) + (n-i) \quad (1)$$

так і за формулою проф. Грабар І.Г безпосереднього визначення висоти хаосу:

$$\lambda = n! \sum_{j=1}^n \frac{i_j}{j!} \quad (2)$$

Таблиця 1 – Повна група перестановок 4!, ранжована по висоті хаосу λ , та вектори індексів кожної перестановки

Перестановка	Висота хаосу λ	Вектор індексів $\Omega_n(i_1 i_2 i_3 i_4)$	Циклічні група перестановок і їх періодичність	Циклічна група Фейгенбаума F_i^2
1234	0	0000	A ₁	
1243	1	0001	B ₁	
1423	2	0002	C ₁	
4123	3	0003	A ₄	
1324	4	0010	D ₁	F ₁ ²
1342	5	0011	E ₁	
1432	6	0012	F ₁	
4132	7	0013	D ₄	F ₄ ²
3124	8	0020	B ₃	
3142	9	0021	C ₃	
3412	10	0022	A ₃	
4312	11	0023	B ₄	
2134	12	0100	E ₂	
2143	13	0101	F ₂	
2413	14	0102	D ₂	F ₂ ²
4213	15	0103	E ₄	
2314	16	0110	C ₂	
2341	17	0111	A ₂	
2431	18	0112	B ₂	
4231	19	0113	C ₄	
3214	20	0120	F ₃	F ₃ ²
3241	21	0121	D ₃	
3421	22	0122	E ₃	
4321	23	0123	F ₄	

Для застосування формули (2) проф. Грабара, що дозволяє одномоментно визначити висоту хаосу, без трудомісткої ітераційної процедури та без громіздких комп'ютерних алгоритмів, придатної як для кінцевомірних, так і для нескінченних множин, необхідно визначити вектор індексів кожної перестановки (табл. 1) $\Omega_n(i_1 i_2 i_3 i_4)$.

При цьому застосування (2) дозволяє легко розв'язати як пряму (обчислення висоти хаосу в одну дію), так і обернену задачу – побудова перестановку за заданим значенням висоти хаосу, а також оцінити похибку залишкового члена при наближеному обчисленні λ .

За аналогією табл. 1, в доповіді наведено повні групи перестановок 5! та 6!, ранжовані за висотою хаосу, а також виявлена періодичність їх представлення відповідними циклічними групами цих перестаново. Як видно з таблиці 1, ранжування перестановок за висотою хаосу дозволяє виявити цікаві закономірності як в будові векторів індексів $\Omega(i_1 i_2 i_3 i_4)$ так, так і періодичності

чергування наборів (підмножин) базових циклічних груп. В таблиці 2 це продемонстровано в зображення повної групи перестановок $5!$ в вигляді періодичної таблиці за допомогою базових циклічних груп табл.1. При цьому індекс при назві групи вказує, з якого елемента групи починається її обхід по часовій стрілці.

Таблиця 2 – Періодичність повної групи перестановок $5!$, ранжованих по λ

Група	I					II					III					IV					
I	λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
		A1	B1	C1	D1	A5	E1	F1	G1	H1	E5	I1	J1	K1	L1	I5	B4	C4	D4	A4	B5
II	λ	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
		M1	N1	O1	P1	M5	Q1	R1	S1	T1	Q5	U1	V1	W1	X1	U5	N4	O4	P4	M4	N5
III	λ	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
		F3	G3	H3	E3	F5	J3	K3	L3	I3	J5	C3	D3	A3	B3	C5	G4	H4	E4	F4	G5
IV	λ	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
		R2	S2	T2	Q2	R5	V2	W2	X2	U2	V5	O2	P2	M2	N2	O5	S4	T4	Q4	R4	S5
V	λ	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
		K2	L2	I2	J2	K5	D2	A2	B2	C2	D5	H2	E2	F2	G2	H5	L4	I4	J4	K4	L5
VI	λ	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
		W3	X3	U3	V3	W5	P3	M3	N3	O3	P5	T3	Q3	R3	S3	T5	X4	U4	V4	W4	X5

В загальному випадку повна група перестановок $n!$ утворює вектор-стовпчик висоти хаосу $\lambda \in (0 \dots n! - 1)$, в якому можна виділити $(n-2)!$ періодів по $(n-1)$ груп в кожному періоді та по n елементів в кожній елементарній підгрупі. Важливо відмітити, що кожна підгрупа починається і закінчується тією ж самою базовою перестановкою, а кожен період – так само починається і закінчується тією ж самою підгрупою базових перестановок. Наведено також результати комбінаторного аналізу ти вимір висоти хаосу циклічних груп Фейгенбаума після 2-ї – 6-ї біфуркацій [8–10]. В табл. 1 показано розміщення груп Фейгенбаума F_i^2 за висотою хаосу в повній групі перестановок $4!$.

Список використаних джерел

1. Шустер Г. Детерминированный хаос. Введение / Шустер Г. – Москва : Мир, 1988. – 240 с.

2. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Хакен Г. – Москва : Мир, 1985. – 411 с.
3. Фейгенбаум М. Универсальность в поведении нелинейных систем / Фейгенбаум М. – УФН, 1983, Т. 141, № 2. – С. 343–374.
4. Valery V. Gritsak-Groener, Julia Gritsak-Groener, Arts Combinatoria / Valery V. Vol. 2, Academia Press, 2006.
5. Valery V. Gritsak-Groener, A Theory of Finite Chaotic, SLU, 1997.
6. Грона В. Основы математичної кібернетики / Грона В. ; за наук. ред. проф. І. Г. Грабара. – Житомир : ЖДТУ, 2004. – 428 с.
7. Грабар І. Г. Математичне моделювання та оптимізація складних систем / Грабар І. Г., Даник Ю. Г., Ковбасюк С. В. – Житомир : 2015. – 680 с.
8. Грабар І. Г. Моделювання кінетики хаотизації аттрактора Фейгенбаума і динаміка нелінійних систем / Грабар І. Г., Грабар О. І. // Вісник ЖДТУ. – 2012. – № 3.
9. Грабар І. Г. Кількісна оцінка висоти хаосу дивних аттракторів в задачах динаміки нелінійних систем / Грабар І. Г., Грабар О. І. – Вісник ЖНАЕУ. – 2012. – № 2.
10. Грабар І. Г. Термоактиваційний аналіз та синергетика руйнування / Грабар І. Г. – Житомир : ЖІТІ, 2002. – 312 с.

УДК 519.8

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ ПРИ ПОМОЩИ ТЕХНОЛОГИИ CUDA

Е. А. Гришкун

*Житомирский государственный технологический университет
evgenii2081991@gmail.com*

Е. В. Квитка

*Житомирский государственный технологический университет
kvito4ka1@gmail.com*

Данная работа посвящена разработке оптимизации уже существующего, известного алгоритма решения задачи о назначениях. В статье рассматривается применение параллельных вычислений к решению рассматриваемой задачи.

Gryshkun I. A., Kvitka K. V. Optimization of Solving the assignment problem algorithm with the help of CUDA technology. This work is dedicated to optimization development of already existing and well-known algorithm of solving assignment problems. The work examines the usage of parallel computing while solving current problem.

Ключевые слова: ЗАДАЧА О НАЗНАЧЕНИЯХ, ТЕХНОЛОГИЯ CUDA, ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Keywords: ASSIGNMENT PROBLEM, CUDA TECHNOLOGY, PARALLEL COMPUTING

Задача о назначениях (ЗН) [1] относится к числу немногих дискретных оптимизационных задач, для которых известны точные алгоритмы решения с полиномиальной временной сложностью.

Наиболее популярными методами решения ЗН являются венгерский метод, метод Кана-Мункреса и метод потенциалов, построены с использованием разных подходов, применяемых в комбинаторной оптимизации, и характеризуются разной временной сложностью, не меньшей, чем $O(n^3)$, где n – порядок матрицы стоимостей.

Тем не менее при больших размерностях задачи время вычисления алгоритма становится неприемлемым, особенно при итеративном его использовании. [2]

В работе предложено метод оптимизации работы алгоритма при помощи параллельный вычислений.

Решение многих востребованных задач, таких как компьютерное моделирование, обработка видео, визуализация, распознавание образов, вычислительная биология и химия, сейсмический анализ, прогнозирование временных рядов, финансовый анализ и т. д., требует значительных затрат процессорного времени на выполнение вычислений. Эту проблему можно решить использованием технологии параллельного программирования.

Параллельное программирование применяется тогда, когда для последовательной программы требуется уменьшить время ее выполнения, или когда последовательна программа, в виду большого объема данных, перестает помещаться в память одного компьютера. Направление развития в области высокопроизводительных вычислений как раз направлено на решение этих двух задач: создание мощных вычислительных комплексов с большим объемом оперативной памяти с одной стороны и разработка соответствующего ПО с другой.

Параллельные вычисления – способ организации компьютерных вычислений, при котором программы разрабатываются как набор взаимодействующих вычислительных процессов, рабо-

тающих параллельно (одновременно). Термин охватывает совокупность вопросов параллелизма в программировании, а также создание эффективно действующих аппаратных реализаций. Теория параллельных вычислений составляет раздел прикладной теории алгоритмов.

Параллельные программы могут физически исполняться либо последовательно на единственном процессоре – перемежая по очереди шаги выполнения каждого вычислительного процесса, либо параллельно – выделяя каждому вычислительному процессу один или несколько процессоров (находящихся рядом или распределённых в компьютерную сеть).

Основная сложность при проектировании параллельных программ – обеспечить правильную последовательность взаимодействий между различными вычислительными процессами, а также координацию ресурсов, разделяемых между процессами.

Существуют различные способы реализации параллельных вычислений.

Два популярных процессора для параллельных вычислений – CPU (англ. – central processing unit) и GPU (англ. – graphics processing unit).

Как CPU, так и GPU являются процессорами, и между ними есть много общего, однако сконструированы они были для выполнения различных задач.

Для параллельных вычислений на CPU используются технологию Parallel, которая аналогична OpenMP. Parallel – внутренняя технология, используемая в языке C#, предоставляющая поддержку параллельных циклов и областей.

Для распараллеливание на GPU используется технология CUDA.

CUDA – это архитектура параллельных вычислений от NVIDIA, позволяющая существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию GPU.

CUDA – это программно-аппаратная вычислительная архитектура Nvidia, основанная на расширении языка Си, которая даёт возможность организации доступа к набору инструкций графического ускорителя и управления его памятью при организации параллельных вычислений. CUDA помогает реализовывать алгоритмы, выполнимые на графических процессорах видеоускорителей Geforce восьмого поколения и старше (серии Geforce 8, Geforce 9, Geforce 200), а также Quadro и Tesla [3].

Результаты вычислительного эксперимента приведены на рис. 1.

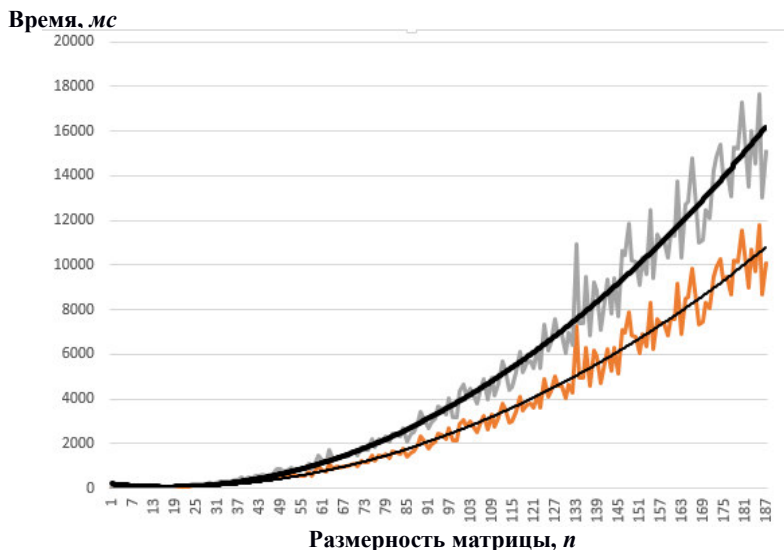


Рисунок 1 – Зависимость времени решения ЗН венгерским алгоритмом и алгоритмом с применением технологии CUDA

- венгерский алгоритм
- алгоритмом с применением технологии CUDA

Нами предлагается использовать технологию параллельных вычислений для решения ЗН, что позволяет ускорить вычислительный процесс.

Экспериментально исследованы временные характеристики венгерского алгоритма для решения ЗН и алгоритма с применением технологии CUDA. Результаты эксперимента подтверждают, что применение параллельных вычислений для решения ЗН эффективно снижает временные затраты на решение.

Список использованных источников

1. Панишев А. В. Модели и методы оптимизации замкнутых маршрутов на транспортных сетях / А. В. Панишев, А. В. Морозов. – Житомир : ЖДТУ, 2014. – 324 с.

2. Маций О. Б. Рекуррентный метод решения задачи о назначениях / О. Б. Маций, А. В. Морозов, А. В. Панишев // Искусственный интеллект. – 2014. – № 2. – С. 107–118.
3. Джейсон Сандерс Технология CUDA в примерах / Джейсон Сандерс, Эдвард Кэндрот. – Москва : ДМК-Пресс, 2013. – 288 с.

УДК 004.588+519.852

РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО І СУЧАСНОГО САЙТУ РЕСТОРАНУ «ЇЖА.UA» З МОЖЛИВІСТЮ ДОСТАВКИ ГОТОВИХ СТРАВ

Б. І. Дворовенко, студент групи І-41

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

Bodya23823@gmail.com

Спроековано та створено сайт функціонального і сучасного сайту ресторану «Їжа.UA». Відповідно до наявних сайтів-конкурентів і цільової аудиторії. Розроблено власний авторських дизайн веб сайту та алгоритм замовлення страви.

Dvorovenko B. I. Designed and developed a website functional and modern site restaurant “Yizha.UA”. According to the existing sites of competitors and target audience. Developed own author website design and custom algorithm.

Ключові слова: КОРПОРАТИВНИЙ САЙТ, ВЕБ САЙТ.

Keywords: CORPORATE WEBSITES, WEB SITES.

Спроековано та реалізовано сайт корпоративного типу, який являє собою великий ресурс, всебічно описує діяльність компанії, що дає актуальну інформацію про товари і послуги, а також містить безліч допоміжних даних, необхідних для цільової аудиторії. Корпоративний сайт містить ті чи інші ексклюзивні можливості і корисні для відвідувача сервіси, тобто є досить складним як в інформаційному, так і в технічному плані. При написанні сайту самостійно необхідно знати як мінімум мову гіпертекстової розмітки HTML, яка включає спеціальні символи (теги) і дозволяє веб-браузеру сконструювати з тексту дизайн. Але для створення динамічного ресурсу недостатньо

знати тільки HTML, необхідно використовувати можливості мови PHP і JavaScript.

Даний створений сайт детально характеризує ресторан, відображає атмосферу і дизайн закладу, створювати відчуття інформативності та зручності користування, багатофункціональності. У процесі аналізу цілей сайту замовника і його структури були визначені та прийняті наступні вимоги до верстки сайту:

1) сайт побудований на основі баз даних і наповнений динамічним вмістом, керованим за допомогою PHP-скриптів;

2) дизайн сторінок заснований на «фіксованих» розмірах сторінок, мінімальний дозвіл екрана монітора - 17 дюймів (вміст монітора буде відображатися без горизонтальної лінії прокрутки);

3) верстка сайту оптимізована на коректну роботу популярних браузерів (Opera, Mozilla FireFox, Internet Explorer).

При роботі над версткою сайту і створенні необхідних сервісів будуть використані наступні технології: PHP 5; MySQL 5; HTML; CSS; Photoshop.

В рамках курсового проекту вдалося реалізувати готовий для користування повністю функціональний вебсайт

З урахуванням цілей створюваного сайту, цілей аудиторії і переваг замовника в ході проектування були виділені основні розділи сайту, які відповідають певним пунктам меню навігації.

Головне меню:

1. Головна.
2. Фотогалерея.
3. Кухня ресторану.
4. Гостьова книга.
5. Контакти.

Головна сторінка містить основну інформацію про роботу ресторану, послуги, що надаються, режим роботи ресторану.

У розділі «Фотогалерея» представлена галерея зображень. При активації одного з зображень воно відображається в збільшеному розмірі в центральній частині сторінки. Сторінка «Кухня ресторану» має меню другого рівня, в якому містяться наступні пункти:

1. Перші страви (містить інформацію про супах і бульйонах, які є в меню ресторану: назва страви, маса нетто, ціна).

2. Гарячі закуски (містить 3 підпункту: Страви з м'яса і птиці; Страви з риби; Гарніри).

3. Холодні закуски (включає підпункти: Овочеві страви, Салати.)

4. Десерти (відображає відомості про десерти, торти, наявні в ресторані).

Відвідування розділу «Гостьова книга» надає можливість користувачу зв'язатися з адміністратором ресторану, відправивши повідомлення за допомогою заповнення форми.

Розділ «Контакти» надає відомості про місце розташування ресторану, можливості проїзду і контактні телефони. На даній сторінці відображається карта центральної частини міста, де розташований ресторан.

У нижній частині сторінки, в «підвалі», містяться відомості про розробника сайту.

Також здійснено можливість замовити готову страву додому. Цю можливість було реалізовано за допомогою такого коду:

```
<?php
session_start();
if(isset($_GET['exit'])){
session_destroy();
header('Location:'.$_SERVER['PHP_SELF']);
}
if(isset($_GET['order'])){
$new_tovar = trim(strip_tags($_GET['new_tovar']));
if(isset($_SESSION['product'])){
array_unshift($_SESSION['product'],$new_tovar);
}else{
$_SESSION['product'] = array($new_tovar);
}
}

?>
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Купити товар</title>
<link rel="stylesheet" type="text/css"
href="css/uikit.min.css">
<link rel="stylesheet" type="text/css"
href="css/uikit.gradient.min.css">
<link rel="stylesheet" type="text/css"
href="css/uikit.almost-flat.min.css"> bT.form("firstForm",
```


Далі зображено результат обробки цього коду. (див. рис. 1).

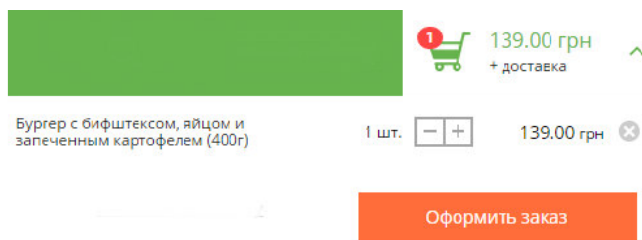


Рисунок 1 – Процес оформлення замовлення обраної страви

Список використаних джерел

1. WEB. Дизайн та коммерція. Конспект програміста / под ред. Цеховой. Наука и техника, 2000.
2. Леонтьев Б. PHP 5.0 для начинающих, или как создать динамичный web-сайт / Леонтьев Б. – Новый издательский дом, 2006.
3. Люк Веллинг. Разработка Web-приложений с помощью PHP и MySQL / Люк Веллинг, Лора Томсон. – Вильямс, 2005.

БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ ЯКІСНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

С. Л. Демчик, студент

Житомирський військовий інститут ім. С. П. Корольова
Angelachek@mail.ru

В статті розглядаються засоби та методи зменшення ризику порушення шкідливим програмним забезпеченням безпеки інформаційної системи.

Demchuk S. L. Security of information systems by creating quality software. In the article are discussed the means and methods of reducing the risk of infringement by malicious software security information system.

Ключові слова: ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ.

Keywords: INFORMATION SYSTEM, SOFTWARE TESTING, DATA PROTECTION.

Крім помилок осіб, які обслуговують інформаційні системи, існує ряд загроз, що пов'язані з розробленням, впровадженням та супроводом програмного забезпечення. Часто помилка в програмі викликає колапс системи і призводить до порушення критеріїв конфіденційності, цілісності чи доступності при захисті інформації від несанкціонованого доступу. Аналізуючи можливі загрози з точки зору найбільшої небезпеки для інформаційної системи, слід виділити шкідливе програмне забезпечення. Шкідливе програмне забезпечення – це будь-яка програма, що може бути написана з метою нанесення шкоди або для використання ресурсів атакованого комп'ютера або програмні продукти, що під час розроблення містили.

Джерелами помилок у програмному забезпеченні (ПЗ) можуть бути логічні помилки розробників програмного забезпечення, непередбачені ситуації, які проявляються при модернізації, заміні чи додаванні нових апаратних засобів, встановленні нових додатків, виході на нові режими роботи ПЗ, появи раніше не зафіксованих нештатних ситуацій, віруси, якими інфіковані програми, спеціальні програмні компоненти, які передбачені розробниками ПЗ для різного роду цілей. Однак, практика доводить, що винуватцями помилок у програмах найчастіше бувають самі програмісти. Один із загальних законів практичного програмування полягає в тому, що жодна програма не дає бажаних результатів при першій спробі трансляції та виконання.

Найкращим шляхом для розроблення якісного програмного забезпечення є тестування програм та систем.

Тестування – оцінка якості ПЗ методом експериментальної перевірки – шляхом виконання тестів. Мета тестування – виявити наявність помилок/неузгодженостей. Іншими словами, це знаходження помилок (локалізація – задача діагностики), досягнення відсутності помилок (відладка). Це спосіб семантичної перевірки програми, який полягає в опрацюванні програмою послідовності різноманітних контрольних наборів тестів з відомими результатами. Тести підбираються так, щоб вони охопили найрізноманітніші типи можливих ситуацій.

Тестову перевірку можна провести також шляхом додання до програми, що перевіряється, додаткових операторів, які будуть сигналізувати про перебіг її виконання й отримання результатів.

Після проведення необхідних змін програмне забезпечення повинне бути перетестовано.

Для усунення можливості модифікації розробленого і протистованого програмного забезпечення слід застосувати інструменти криптографічного захисту, які реалізуються шляхом перетворення інформації з використанням спеціальних (ключових) даних з метою приховування/відновлення змісту інформації, підтвердження її справжності, цілісності, авторства.

Найкращим вибором для розробленого програмного комплексу є встановлення зашифрованого паролю на системну/адміністративну частину, використання ключів, що будуть відомі лише спеціалістам з необхідним рівнем доступу в інформаційній системі. Процес входу в програму таким способом подібен до процесу авторизації /аутентифікації, однак має ключову відмінність – дані для входу кодуються з використанням одного зі стандартів шифрування даних, що значно підвищує криптостійкість програми та унеможливує її шкідливу модифікацію.

Зашифровані дані однозначно залежать від ключа складним і запутаним способом. Кожний біт початкових даних впливає на кожний біт зашифрованих даних, що відкидає можливості розшифрування зловмисником. Поширення одного незашифрованого біта на велику кількість зашифрованих бітів приховує статистичну структуру початкових даних. Визначити, як статистичні характеристики зашифрованих даних залежать від статистичних характеристик початкових даних, досить непросто. Для бездоганного захисту ідентифікаторів має місце впровадження додавання контекстного ідентифікатора до кожного блоку шифротексту. Міжнародний стандарт шифрування даних IDEA з цього погляду є дуже ефективним алгоритмом

В доповіді запропонований метод зменшення ризику порушення шкідливим програмним забезпеченням безпеки інформаційної системи. Він реалізується шляхом тестування розробленого програмного забезпечення на всіх етапах його життєвого циклу, а також впровадження в програму інструментів криптографічного захисту для посилення безпеки при несанкціонованому втручанні в роботу комп'ютерних, інформаційних і телекомунікаційних систем. Отримані результати теоретичного аналізу доводять, що методика значно покращує криптостійкість програми та інформаційної системи в цілому.

Список використаних джерел

1. Комич Б. М. Основні принципи діяльності із захисту інформації. Захист інформації в інформаційних системах / Комич Б. М. – 2012. – № 2 (22). – С. 216–230.
2. Корченко О. Г. Прикладна криптологія: системи шифрування / Корченко О. Г., Сіденко В. П., Дрейс Ю. О. – Київ : ДУТ, 2014. – С. 245–269.

ЗАДАЧА ПРО МАТЕМАТИЧНИЙ СЕЙФ

Г. П. Донець, д. ф.-м. н., с. н. с.

*Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України
g_donets@mail.ru*

Дослідження задач дискретної оптимізації є передумовою успішного моделювання важливих економічних, природних, соціальних та інших процесів. Наукові публікації протягом минулих двадцяти-тридцяти років в галузі дискретної оптимізації свідчать про необхідність і важливість подібних досліджень. Це пов'язано з тим, що в останній час зросла актуальність розв'язування таких задач при прийнятті рішень в галузі управління та планування виробничих процесів, в задачах геометричного проектування, перспективного планування, теорії розкладів та інших, пов'язаних з вибором одного з можливих варіантів дії. Серед класу комбінаторних оптимізаційних задач особливе місце займають задачі на вершинно розташованих множинах.

Аналіз використання результатів цих досліджень дозволяє зробити висновок про актуальність нових підходів і методів комбінаторної оптимізації.

Розглянемо нову перспективну тему, яка має пряме відношення до однієї з галузей теорії ігор. Маються на увазі задачі, де необхідно, виходячи з початкового стану об'єкту, за певними правилами і мінімальними втратами досягти іншого, наперед заданого стану. Такі задачі зустрічаються в комп'ютерних іграх, і їх можна назвати загальною назвою як позиційні ігри, проте в математичній постановці вони звучать конкретно як задачі про математичний сейф. Розглянемо матрицю B як сейф, у якого елементами є замки – відкриті (дорівнюють 0), та закриті (дорівнюють 1). Якщо вставити ключ у будь-який замок і зробити один поворот, то в тому ж рядку і стовпцю всі нулі стануть одиницями і навпаки. Задача полягає в тому, щоб за мінімальну

кількість таких кроків відкрити сейф, тобто в матриці всі елементи повинні стали нулями. Нижче наведено приклад такої матриці, де необхідно зробити певну послідовність кроків, які приводять до цілі. Результати обчислень наведені на нижченаведеній схемі. На кожному кроці замок, в якому треба робити поворот, підкреслено. Алгоритм розв'язання має простий принцип: поворот ключем робиться для того елемента, де сума одиниць в стовпці та рядку непарна.

$$\begin{aligned}
 B &= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \underline{1} & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & \underline{0} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & \underline{1} & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \underline{1} & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \Rightarrow B_{fin}.
 \end{aligned}$$

Нехай $X = (x_{ij})_{m,n}$ – розв'язок задачі, де x_{ij} дорівнює числу поворотів ключа в замку (ij) . Тоді умова того, що елемент b_{ij} перетвориться матрицею X в нуль, запишеться як відношення

$$\sum_{k=1}^n x_{ik} + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^m x_{kj} + b_{ij} \equiv 0 \pmod{2}, \quad (1)$$

де $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$.

Позначимо $\bar{x} = (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n}, x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n}, \dots, x_{m,n-1}, x_{mn})$ вектор-стовпець, отриманий з матриці X послідовним записом її рядків.

Аналогічно з матриці B отримаємо вектор-стовпець \bar{b} . Крім того, нехай \mathfrak{Z}_n – матриця розміром $n \times n$, яка складається з одиниць, E_n – одинична матриця того ж розміру, а I_n – вектор-рядок з n одиниць. Тоді умова перетворення (1) для всієї матриці B запишеться у вигляді системи рівнянь

$$A\bar{x} \equiv \bar{b} \pmod{2}, \quad (2)$$

де матриця A розміром $mn \times mn$ складається з m^2 кліток:

$$A = \begin{pmatrix} \mathfrak{Z}_n & E_n & E_n & \dots & \dots & E_n \\ E_n & \mathfrak{Z}_n & E_n & \dots & \dots & E_n \\ E_n & E_n & \mathfrak{Z}_n & \dots & \dots & E_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ E_n & E_n & E_n & \dots & \dots & \mathfrak{Z}_n \end{pmatrix} \quad (3)$$

Матриця A має стандартний вигляд і не залежить від значень матриці B . Її ранг та визначник залежать тільки від значень m та n .

Якщо ранг матриці A дорівнює mn , то розв'язок системи (2) має вигляд

$$\bar{x} = -A^{-1}\bar{b} \pmod{2}. \quad (4)$$

Аналогічно сейф може бути заданий на графі, де замками є вершини, а поворот ключа приводить до зміни стану сусідніх замків, до яких входять дуги від заданого замка. На рис. 1 наведено приклад такого сейфа. Задача буде розв'язана, коли всі замки одночасно матимуть нульовий стан.

Для розв'язання задачі на сейфах необхідно скласти систему рівнянь типу (1) для кожного замка. Ця система рівнянь відрізняється від відповідної системи для матриці, тому вона може не мати розв'язків. Можемо отримати приклад узагальненого сейфа, коли кожний замок буде мати декілька станів, причому необов'язково, щоб всі замки були однаковими. Загальна постановка задачі про математичний сейф була запропонована у роботах Донця Г. П. [1] та [2].

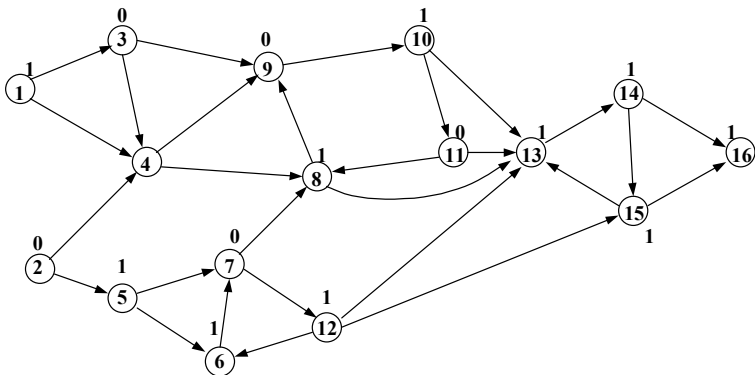


Рисунок 1 – Сейф у вигляді сітки

Задача. Математичним сейфом називається система $S(Z, b, \langle Z \rangle)$, яка складається з множини замків $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_N\}$, вектора початкового стану сейфа $b = (b_1, b_2, \dots, b_N)$, де $b_i \in \{0, 1, \dots, k_i - 1\}$ – стан i -го замка, та множини $\langle Z \rangle = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_N\}$, $z_l \notin Z_l$, $Z_l \in 2^Z$ ($1 \leq l, l \leq N$). В результаті одного повороту ключа в замку z_l за годинниковою стрілкою всі замки $z_j \in Z_l$ переходять зі стану b_j в стан $(b_j + 1) \pmod{k_j}$. Сейф вважається відкритим, якщо він знаходиться в стані $b = (0, 0, \dots, 0) = b_{fin}$. Необхідно знайти для кожного замка z_i таку кількість поворотів x_i ключем, щоб відкрити сейф.

Вектор $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ будемо називати розв'язком задачі про сейф. Множина $\langle Z \rangle$ називається множиною інцидентності. Її можна записати у вигляді матриці інцидентності $A_0 = a_{ij}^0$ розміром $N \times N$, де на головній діагоналі стоять нулі, а $a_{ij}^0 = 1$, якщо z_j належить множині Z_i ($1 \leq i, j \leq N$), і нулю в протилежному випадку. Матриці A_0 можна поставити у відповідність орієнтований граф $G(Z)$, в якому від вершини z_i в вершину z_j

заходить дуга, якщо $a_{ij}^0 = 1$. В залежності від складності цієї матриці виникають різні задачі про математичний сейф. Позначимо $A = A_0 + E_N$, де E_N – одинична матриця. У стовпці цієї матриці, який відповідає j -у замку, стоять одиниці навпроти тих замків, які впливають на стан j -го замка. Враховуючи кількість всіх поворотів у цих замках та кількість поворотів x_j в даному замку, отримаємо сумарну кількість поворотів ключа, яка виконувалася в j -му замку. В сумі з початковим станом j -го замка це повинно дорівнювати $0 \pmod{k_j}$. Тоді загальна задача про математичний сейф зводиться до розв’язання лінійної системи порівнянь:

$$\bar{x}\bar{a}_i + b_i \equiv 0 \pmod{k_i}, (1 \leq i \leq N), \quad (5)$$

де \bar{a}_i – i -й стовпчик матриці A .

Якщо $k_i = K = \text{const}$ для всіх $1 \leq i \leq N$, то такі замки називаються однотиповими. Якщо сейфи мають різні типи замків, то їх описують вектором $K = \{k_1, k_2, \dots, k_N\}$, де деякі компоненти можуть співпадати. Позначимо вектор $b \pmod{K} = (b_1 \pmod{k_1}, b_2 \pmod{k_2}, \dots, b_N \pmod{k_N})$. Тоді загальна задача про сейф на графах зводиться до розв’язування системи лінійних порівнянь

$$A\bar{x} \equiv -b \pmod{K}. \quad (6)$$

Якщо існує обернена матриця A^{-1} , то звідси $\bar{x} \equiv -A^{-1}b \pmod{K}$.

Задачі про сейф розв’язані повністю для багатьох графів, здебільшого простих конструкцій. Задача про сейф на матрицях розглядалася спочатку в роботі [3], потім знайшла висвітлення в низці робіт. В них йшла річ про сейфи з однотиповими замками з простим числом їх станів, або зі складовим числом станів та про сейфи з різними типами замків.

Список використаних джерел

1. Донец Г. А. Постановка и решение некоторых задач о математическом сейфе / Донец Г. А., Чжан Бинь. // Кибернетика и системный анализ. – 2006. – № 3. – С. 3–14.

2. Донец Г. А. Задачи о математическом сейфе на графах / Донец Г. А., Чжан Бинь. // Кибернетика и системный анализ. – 2006. – № 5. – С. 84–93.
3. Донец Г. А. Решение матричной задачи о математическом сейфе с однотипными замками / Донец Г. А. // Кибернетика и системный анализ. – 2005. – № 2. – С. 155–167.

УДК 004.942

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ КЛАСІВ МЕРЕЖ ПЕТРІ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ МОДУЛІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

О. П. Доренський

Кіровоградський національний технічний університет
dorensky@ukr.net

Роботу присвячено аналізу можливостей апарату автоматних мереж Петрі та їх класів (розширень) – мережі з перевіркою на нуль, пріоритетні мережі, E-мережі, мережі Мерліна, часові мережі – для формального представлення моделей та моделювання програмних модулів складних систем.

Dorensky O. P. Analysis of opportunities class Petri nets for modelling software modules complex systems. The article presented analysis capabilities Petri nets and Petri nets classes for the formal description of models and modeling software modules. The analysis of Petri nets classes, namely nets test at zero, priority nets, E- nets, Petri nets by Merlin, time Petri nets.

Ключові слова: МОДЕЛЮВАННЯ, КЛАСИ МЕРЕЖ ПЕТРІ, ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Keywords: MODELING, CLASSES OF PETRI NETS, SOFTWARE MODULES.

Бурхливий розвиток інформаційних технологій, активне розроблення й впровадження складних систем зумовлюють необхідність створення відповідного програмного забезпечення (ПЗ), яке, зазвичай, є модульним, характеризується складністю. Тож постає задача моделювання, що як метод представлення й пізнання об'єктів, процесів, явищ предметної області, в тому числі програмних модулів, забезпечує синтез структури моделей, відображення основних характеристик, імітації функціо-

нування, здійснення аналізу тощо. Ключовим при цьому є вибір засобу формалізації й моделювання.

Досить часто задля означеного використовується апарат мереж Петрі, який має численні інтерпретації й модифікації [1–3]. Таким чином, мета роботи полягає у проведенні аналізу можливостей мереж Петрі та їх класів (розширень) для формального представлення моделей, моделювання програмних модулів складних систем.

Як засіб представлення й моделювання модулів ПЗ систем, апарат мереж Петрі володіє рядом істотних переваг, зокрема, наявність ряду класів мереж, орієнтованих на моделювання складних систем з врахуванням таких факторів, як пріоритетність процесів (мережі з перевіркою на нуль, пріоритетні мережі), спільного відображення структури керування й потоків даних (E-мережі), часові параметри подій (мережі Мерліна, часові мережі).

Отже, широкий спектр класів (розширень) мереж Петрі з різноманітними властивостями, дають можливість їх для моделювання різних аспектів програмних модулів. Отримані результати аналізу класів мереж Петрі – мережі з перевіркою на нуль, пріоритетної мережі, E-мережі, мережі Мерліна, часової мережі – дозволили обґрунтовано обрати для моделювання засіб представлення моделей програмних модулів складних систем, який дозволяє наочно відтворити їх властивості, імітації функціонування, сформуванати процедуру аналізу, семантичної перевірки. При цьому моделювання здійснюється шляхом програмної реалізації формальної моделі однією з сучасних мов програмування, або, наприклад, засобами існуючих математичних пакетів.

Список використаних джерел

1. Кузьмук В. В. Класифікація мереж Петрі та приклади їх застосування для розв'язання прикладних задач / В. В. Кузьмук, О. О. Супруненко. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 2/9(50). – С. 40–43.
2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем : [пер. с англ.] / Джеймс Питерсон. – Москва : Мир, 1984. – 264 с.
3. Зайцев Д. А. Универсальная сеть Петри / Д. А. Зайцев // Кибернетика и системный анализ. – 2012. – № 4. – С. 24–39.

ЗАЛЕЖНІСТЬ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ ВИПАДКОВОЇ ЧИСЛОВОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ВІД ФУНКЦІЇ ГУСТИНИ РОЗПОДІЛУ

О. М. Дреєв, К. Т. Н.

*Кіровоградський національний технічний університет
drey_sanya@ukr.net*

В статті розглядається фрактальна розмірність змінного в часі мережевого трафіку, який представлено послідовністю чисел. Теоретично обґрунтовано незалежність фрактальної розмірності від функції розподілу випадкової величини.

Dreyev A. N. Dependence fractal dimension random numerical sequence. In the paper the fractal dimension of network traffic. Show independence fractal dimension of the distribution function of random variables.

Ключові слова: ВИПАДКОВА ВЕЛИЧИНА, ФРАКТАЛЬНА РОЗМІРНОСТЬ, МЕРЕЖА, ТРАФІК.

Keywords: RANDOM VARIABLE, FRACTAL DIMENSION, NETWORK, TRAFFIC.

Переважна більшість джерел [1–4], при дослідженні можливостей що до прогнозування трафіку мережі, використовує різноманітні методи визначення фрактальної розмірності числової послідовності рівномірних вимірювань в часі параметру трафіку. При цьому більшість засобів отримання фрактальної розмірності використовує середнє квадратичне відхилення. При відхиленні отриманого значення від $F = 1,5$ робиться висновок про наявності закономірності в процесі, що дає підстави для прогнозування розвитку цього процесу [3]. Також, як причина наявності відхилень в значенні фрактальної розмірності F від 1,5 часто згадується наявність «важкого хвоста» в функції розподілу вимірюваної величини [2–4]. Тому автором поставлено за мету встановити залежність фрактальної розмірності послідов-

ності випадкових чисел від густини розподілу ймовірності цієї величини.

Розглянемо випадкову величину x з розподілом густини $f(x)$. Для цієї величини математичне очікування $M(x)$, не зменшивши загальності, можна вважати рівним нулю:

$$M(x) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx, M(x) = 0. \quad (1)$$

Також розглянуто усереднену послідовність $y_i = x_{2i} + x_{2i} + x_{2i+1}$ для якої розподілення густини ймовірності має вигляд:

$$p(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)f(y-x)dx. \quad (2)$$

За допомогою аналітичних перетворень доведено, що при довільному розподілі $D(y) = 2D(x)$, що відповідає фрактальній розмірності $F = 1,5$ та критерію Хірста $H = 0,5$.

В доповіді дається повне виведення фрактальної розмірності для випадкової послідовності з доведенням незалежності фрактальної розмірності від виду розподілу.

Список використаних джерел

1. Нейман, В. И. Самоподобные процессы и их применение в теории телеграфика / В. И. Нейман // Тр. МАС. – 1999. – № 1 (9). – С. 1–15.
2. Можаяев А. А. Фрактальный анализ процессов, структур и сигналов: коллект. монография / [Р. Э. Пашенко, А. М. Сотников, А. А. Можаяев и др.]; под ред. Р. Э. Пашенко. – Х. : ЭкоПерспектива, 2006. – 348 с.
3. Можаяев О. О. Метод прогнозування фрактального трафіка / О. О. Можаяев, Г. А. Кучук, О. В. Воробйов // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 6(18). – С. 181–188.
4. Кучук Г. А. Фрактальный гауссовский шум в трафиковых трассах / Кучук Г. А. // Системи обробки інформації. – Х. : ХВУ, 2004. – Вип. 3. – С. 91–99.

НОВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГРАНЕЙ ОБЩЕГО ПЕРЕСТАНОВОЧНОГО МНОГОГРАННИКА

О. А. Емец, д. ф.-м. н., профессор;

А. О. Емец, к. ф.-м. н., доцент;

И. М. Поляков, аспирант

Высшее учебное заведение Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли»

yemetsli@ukr.net, yemets2008@ukr.net

В докладе рассмотрено новая формулировка критерия грани перестановочного многогранника в случае, когда перестановки имеют повторения.

In the report the new formulation of the criterion of the facets of the permutation polyhedron when the permutation has repetitions are considered.

Ключевые слова: ПЕРЕСТАНОВОЧНЫЙ МНОГОГРАННИК, КРИТЕРИЙ ГРАНИ, ПЕРЕСТАНОВКИ С ПОВТОРЕНИЯМИ.

Keywords: PERMUTATION POLYHEDRON, CRITERION OF A FACET, PERMUTATION WITH REPETITIONS.

Исследование полиэдральной структуры выпуклых оболочек комбинаторных множеств является актуальным направлением исследований в комбинаторной оптимизации (см., например, [1–16]).

Изучение граневой структуры перестановочных многогранников для разных множеств и мультимножеств, элементы которых переставлялись, рассматривалось в [2–6, 17–22]. При этом в [2, 17] и в [18] рассматривались только множества, причем в [18] – множество натуральных чисел.

Пусть задано мультимножество $G = \{g_1, \dots, g_k\}$, с основной $S(G) = (e_1, \dots, e_n)$, первичной спецификацией $[G] = (\eta_1, \dots, \eta_n)$, считаем, что $e_1 > \dots > e_n$, $g_1 \geq \dots \geq g_k$.

Введем такие необходимые далее параметры:

$$k_0 = 0, \quad k_1 = \eta_1, \dots, k_i = \eta_1 + \dots + \eta_i, \dots, k_n = \eta_1 + \dots + \eta_n = k.$$

Обозначим $J_k = \{1, 2, \dots, k\}$.

Известна теорема (теорема 2.5 [4]), описывающая m -границы выпуклой оболочки всех перестановок элементов G – общего перестановочного многогранника $\Pi_{kn}(G)$ в форме:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i \in \omega} x_i \leq \sum_{i=1}^{|\omega|} g_i \quad \forall \omega \subset J_k, |\omega| < k, \quad (1) \\ \sum_{i=1}^k x_i = \sum_{i=1}^k g_i, \quad (2) \end{array} \right.$$

В этой теореме (пункт б), в частности, утверждается следующее. Если для подмножеств $\omega_1 \subset \dots \subset \omega_\lambda = J_k$ неравенства в системе (1), (2) заменить равенствами, то множество F решений полученной системы является m -гранью общего перестановочного многогранника $\Pi_{kn}(G)$, а

$$m = \dim F = k - \left\{ \lambda + \sum (|\omega_\sigma| - |\omega_{\sigma-1}| - 1) \right\}, \quad (3)$$

где суммирование в (3) происходит по всем $\sigma \in J_\lambda$, для каждого из которых найдется такое $j \in J_n$, что

$$k_{j-1} \leq |\omega_{\sigma-1}|, \quad |\omega_\sigma| \leq k_j,$$

при этом считаем, что $|\omega_0| = 0$.

В формулах (1)–(3) и далее $|A|$ обозначает количество элементов в множестве (мультимножестве) A .

Часто используется другая форма общего перестановочного многогранника (ОПМ), которую приведем далее. Цель статьи – изложение результатов получения критерия m -границы для этой формы ОПМ.

Рассмотрим вместе с G равное ему переупорядоченное мультимножество $Q = G = \{q_1, \dots, q_k\}$, где $q_1 = g_k, q_2 = g_{k-1}, \dots, q_i = g_{k-i+1}, \dots, q_{k-1} = g_2, q_k = g_1$, обозначим основу $S(Q) = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)$, где $\varepsilon_1 = e_n, \varepsilon_2 = e_{n-1}, \dots, \varepsilon_i = e_{n-i+1}, \dots, \varepsilon_n = e_1$, таким образом $q_1 \leq \dots \leq q_k, \varepsilon_1 < \dots < \varepsilon_n$. Первичная

спецификация мультимножества Q – кортеж в соответствии с порядком основы $S(Q)$ – вектор $[Q] = (v_1, \dots, v_i, \dots, v_n)$, состоящий из кратностей элементов ε_i основы:

$$v_i = k_Q(\varepsilon_i) = \eta_{n-i+1} \quad \forall i \in J_n = \{1, 2, \dots, n\}, \quad (4)$$

где $k_Q(\varepsilon_i)$ означает кратность элемента основы ε_i в мультимножестве Q .

Как известно [3, 4, 19], многогранник перестановок $\Pi_{kn}(G)$ может быть описан так:

$$\begin{cases} \sum_{i \in \Omega} x_i \geq \sum_{i=1}^{|\Omega|} q_i & \forall \Omega \subset J_k, |\Omega| < k, \quad (5) \\ \sum_{i=1}^k x_i = \sum_{i=1}^k q_i. & \quad (6) \end{cases}$$

Рассмотрим вместе с системой (5) следующие неравенства:

$$\sum_{i \in W} x_i \geq \sum_{i=1}^{|W|} g_{k-i+1}, \quad \forall W \subset J_k, |W| < k. \quad (7)$$

Понятно, что при $\Omega = W$ каждое неравенство в (5) одинаково с соответствующим неравенством в (7).

Заметим, что множество

$$\begin{cases} \sum_{i \in \omega} x_i \leq \sum_{i=1}^{|\omega|} g_i, \\ \sum_{i=1}^k x_i = \sum_{i=1}^k g_i, \end{cases} \quad (8)$$

при фиксированном ω и $\Omega = J_k \setminus \omega$ совпадает с множеством

$$\begin{cases} \sum_{i \in \Omega} x_i \geq \sum_{i=1}^{|\Omega|} q_i, \\ \sum_{i=1}^k x_i = \sum_{i=1}^k q_i. \end{cases} \quad (9)$$

Рассмотрим множества $\omega_1 \subset \dots \subset \omega_\lambda = J_k$ из приведенного выше пункта «б» теоремы 2.5 из [4]. Им соответствуют множества Ω_i со следующими свойствами:

$$\begin{aligned}\Omega_i &= J_k \setminus \omega_i, \quad \forall i \in J_\lambda^0 = \{0, 1, 2, \dots, \lambda - 1, \lambda\}, \\ J_k &= \Omega_0 \supset \Omega_1 \supset \Omega_2 \supset \dots \supset \Omega_{\lambda-1} \supset \Omega_\lambda = \emptyset, \\ \omega_0 &= \emptyset.\end{aligned}\tag{10}$$

Очевидно,

$$|\Omega_i| = k - |\omega_i| \quad \forall i \in J_\lambda^0.\tag{11}$$

Итак, система (1), (2) эквивалентна системе (5), (6), а множество F , задаваемое подмножеством $\omega_1 \subset \dots \subset \omega_\lambda = J_k$ из (1) равно, согласно (8) и (9), множеству, которое из (5) задается подмножествами Ω_i вида (10).

Рассмотрим формулу (3) определения размерности m -грани F , используя связь (4) между ν_i и η_i .

Имеем,

$$\begin{aligned}m = \dim F &= k - \left\{ \lambda + \sum (k - |\Omega_\sigma| - (k - |\Omega_{\sigma-1}|) - 1) \right\} = \\ &= k - \left\{ \lambda + \sum (|\Omega_{\sigma-1}| - |\Omega_\sigma| - 1) \right\}.\end{aligned}\tag{12}$$

Суммирование в (12) производят по всем $\sigma \in J_\lambda$, для каждого из которых найдется такое $j \in J_n$, что

$$k_{j-1} \leq |\omega_{\sigma-1}|; \quad |\omega_\sigma| \leq k_j\tag{13}$$

с учетом $|\omega_0| = 0$.

Введем в рассмотрение параметры

$$\begin{aligned}\kappa_0 &= 0; \quad \kappa_1 = \nu_1 = \eta_n; \quad \kappa_2 = \nu_1 + \nu_2 = \eta_n + \eta_{n-1}, \dots, \\ \kappa_i &= \nu_1 + \dots + \nu_i = \eta_n + \dots + \eta_{n-i+1}, \dots, \\ \kappa_n &= \nu_1 + \dots + \nu_n = \eta_n + \dots + \eta_1 = k.\end{aligned}\tag{14}$$

Условия (13) с учетом (11) и (14), если учесть, что

$$k_i = \eta_1 + \dots + \eta_i = k - \kappa_{n-i} \quad \forall i \in J_n^0, \quad (15)$$

записываются так:

$$k - \kappa_{n-j+1} \leq k - |\Omega_{\sigma-1}|; \quad k - |\Omega_{\sigma}| \leq k - \kappa_{n-j},$$

или после упрощения

$$\kappa_{n-j} \leq |\Omega_{\sigma}|, \quad |\Omega_{\sigma-1}| \leq \kappa_{n-j+1},$$

где $|\Omega_{\lambda}| = 0$, $\sigma \in J_{\lambda} = \{1, 2, \dots, \lambda-1, \lambda\}$; $j \in J_n$. Заметим, что, если $j \in J_n$, то при этом то же можно сказать и про параметр $t = n - j + 1$, т. е. $t \in J_n$.

Отметим, что в силу равенства множеств (8) и (9) получаем из части «а» теоремы 2.5 [4] такое: для m -грани F перестановочного многогранника $\Pi_{kn}(Q)$ существуют такие подмножества $J_k = \Omega_0 \supset \Omega_1 \supset \dots \supset \Omega_{k-m-1}$, для которых неравенства в (5) обращаются в равенства при любом $x \in F$, где F – множество решений системы, которая получается из (5), (6) заменой неравенств на равенства для $\Omega = \Omega_{\sigma}$, $\forall \sigma \in J_{k-m-1}$. Заметим, что для ω_{k-m} из «а» в 2.5. [4] соответствующее множество есть пустым, т.е. $\Omega_{k-m} = \emptyset$ в силу (10).

Таким образом, доказана следующая теорема.

Теорема. Пусть мультимножество $Q = \{q_1, \dots, q_k\}$ имеет основу $S(Q) = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)$, первичную спецификацию $[Q] = (\nu_1, \dots, \nu_n)$. Элементы Q и $S(Q)$ пронумерованы так, что

$$q_1 \leq \dots \leq q_k; \quad \varepsilon_1 < \dots < \varepsilon_n.$$

а) Пусть F – m -грань многогранника $\Pi_{kn}(Q)$, который определяется системой (5), (6). Тогда существуют такие подмножества $\Omega_{k-m-1} \subset \Omega_{k-m-2} \subset \dots \subset \Omega_1 \subset \Omega_0 = J_k$, для которых неравенства в (5) обращаются в равенства $\forall x \in F$, где F – множество решений системы, полученной из (5), (6) заменой в (5) знака неравенства на знак равенства $\forall \Omega = \Omega_{\sigma}$, $\sigma \in J_{k-m-1}$.

б) Если для подмножеств $\Omega \in \{\Omega_1, \dots, \Omega_{\lambda-1}\}$, где $\emptyset = \Omega_\lambda \subset \Omega_{\lambda-1} \subset \dots \subset \Omega_2 \subset \Omega_1 \subset \Omega_0 = J_k$, неравенства в (5), (6) заменить равенствами, то множество F решений полученной системы является m -гранью многогранника $\Pi_{kn}(Q)$, где

$$m = \dim F = k - \left\{ \lambda + \sum (|\Omega_{\sigma-1}| - |\Omega_\sigma| - 1) \right\}, \quad (16)$$

и нахождение суммы в формуле (16) проводится $\forall \sigma \in J_\lambda^0$, для каждого из которых найдется такое $t \in J_n$, что

$$\kappa_{t-1} \leq |\Omega_\sigma|, \quad |\Omega_{\sigma-1}| \leq \kappa_t,$$

при этом считаем, что $|\Omega_\lambda| = 0$, а параметры $\kappa_t \forall t \in J_n^0$ заданы соотношениями (14).

Замечание 1. Иногда условия (10), (11), (16) удобно записывать так:
условие (10) в виде:

$$W_{\lambda-\sigma} = \Omega_\sigma = J_k \setminus \omega_\sigma, \quad \forall \sigma \in J_\lambda^0; \quad (17)$$

формулу (11) – таким образом,

$$|W_{\lambda-\sigma}| = k - |\omega_\sigma|, \quad \forall \sigma \in J_\lambda^0, \quad (18)$$

а формула размерности m из (16) трансформируется следующим образом:

$$m = k - \left\{ \lambda + \sum (|W_{\lambda-\sigma+1}| - |W_{\lambda-\sigma}| - 1) \right\}, \quad (19)$$

где сумма определяется $\forall \sigma \in J_\lambda^0$, для которых $\exists t \in J_n$, что

$$\kappa_{t-1} \leq |W_{\lambda-\sigma}|, \quad |W_{\lambda-\sigma+1}| \leq \kappa_t; \quad (20)$$

при этом $|W_0| = 0$.

Заметим, что поскольку $\sigma \in J_\lambda^0$, то $l = \lambda - \sigma \in J_\lambda^0$. Поэтому формулы (17)–(20) можно переписать, учитывая, что выполняется условие

$$l + \sigma = \lambda. \quad (21)$$

Формула (17) принимает вид:

$$W_l = \Omega_\sigma = J_k \setminus \omega_\sigma \quad \forall \sigma \in J_\lambda^0 \quad (\forall l \in J_\lambda^0),$$

$$\emptyset = W_0 \subset W_1 \subset \dots \subset W_{\lambda-1} \subset W_\lambda = J_k; \quad (22)$$

формула (18):

$$|W_l| = k - |\omega_\sigma| \quad \forall \sigma \in J_\lambda^0 \quad (\forall l \in J_\lambda^0); \quad (23)$$

формула (19):

$$m = k - \left\{ \lambda + \sum (|\omega_{l+1}| - |\omega_l| - 1) \right\}, \quad (24)$$

где суммирование ведется $\forall l \in J_\lambda^0$, для которых $\exists t \in J_n$, что

$$\kappa_{t-1} \leq |\omega_l|; \quad |\omega_{l+1}| \leq \kappa_t, \quad (25)$$

где (25) – трансформация формулы (20) при условии (21).

Замечание 2. Не нужно путать W_l из замечания 1 и множество W в формуле (7).

Как направление дальнейших исследований представляется возможным обобщить изложенные результаты на множество k -размещений, используя обе формы теоремы (для ОПМ в виде системы (1)–(2) и для ОПМ в виде системы (5), (6)).

Список использованных источников

1. Сергиенко И. В. Модели и методы решения на ЭВМ комбинаторных задач оптимизации / И. В. Сергиенко, М. Ф. Каспицкая. – Київ : Наук. думка, 1981. – 288 с.
2. Емеличев В. А. Многогранники, графы, оптимизация / В. А. Емеличев, М. М. Ковалев, М. К. Кравцов. – Москва : Наука, 1981. – 344 с.
3. Емец О. А. Евклидовы комбинаторные множества и оптимизация на них. Новое в математическом программировании : учеб. пособие / О. А. Емец. – Київ : УМК ВО, 1992. – 92 с. – Режим доступа: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/489>.
2. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець. – Київ : Ін-т системн. досліджень освіти, 1993. – 188 с. – Режим доступа: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/487>.

3. Ємець О. О. Дослідження областей визначення задач евклідової комбінаторної оптимізації на переставних множинах / О. О. Ємець, Л. М. Колечкіна, С. І. Недобачій. – Полтава : Полтавський державний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, ЧПКП «Легат», 1999. – 64 с. – Ч. 1. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/488>.
4. Стоян Ю. Г. Оптимізація на полірозміщеннях: теорія та методи / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець, Є. М. Ємець. – Полтава : РВВ ПУСКУ, 2005. – 103 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/376>.
5. Ємець О. О. Задачі комбінаторної оптимізації з дробово-лінійними функціями / О. О. Ємець, Л. М. Колечкіна. – Київ : Наук. думка, 2005. – 117 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/474>.
6. Ємець О. О. Задачі оптимізації на полікомбінаторних множинах: властивості та розв'язування : монографія / О. О. Ємець, О. В. Роскладка. – Полтава : РВВ ПУСКУ, 2006. – 129 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/377>.
7. Емец О. А. Комбинаторная оптимизация на размещениях / О. А. Емец, Т. Н. Барболина. – Київ : Наук. думка, 2008. – 159 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/473>.
8. Емец О. А. Оптимизация на полиперестановках / О. А. Емец, Н. Г. Романова. – Київ : Наук. думка, 2010. – 105 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/474>.
9. Ємець О. О. Транспортні задачі комбінаторного типу: властивості, розв'язування, узагальнення : монографія / О. О. Ємець, Т. О. Парфьонова. – Полтава : ПУЕТ, 2011. – 174 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/353>.
10. Ємець О. О. Розв'язування задач комбінаторної оптимізації на нечітких множинах : монографія / О. О. Ємець, Ол-ра О. Ємець. – Полтава : ПУЕТ, 2011. – 239 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/352>.
11. Емец О. А. Оптимизация дробно-линейных функций на размещениях : монографія / О. А. Емец, О. А. Черненко. – Київ : Наук. думка, 2011. – 154 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/467>.
12. Ємець О. О. Моделі евклідової комбінаторної оптимізації : монографія / О. О. Ємець, О. О. Черненко. – Полтава : ПУЕТ, 2011. – 204 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/354>.

13. Гуляницький Л. Ф. Розробка моделей і наближених методів комбінаторної оптимізації та їх застосування в інформаційних технологіях : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 01.05.02 «Математичне моделювання та обчислювальні методи» / Л. Ф. Гуляницький. – Київ, 2005. – 32 с.
14. Донець Г. П. Екстремальні задачі на комбінаторних конфігураціях: монографія / Г. П. Донець, Л. М. Колечкіна. – Полтава : РВВ ПУЕТ, 2011. – 309 с.
15. Ковалев М. М. Линеаризация комбинаторных задач оптимизации / М. М. Ковалев, А. Н. Исаченко, Нгуен Нгиа // Докл. АН БССР. – 1978. – Т. 22, № 10. – С. 869–872.
16. Gaiha P. Adjacent vertices on a permutohedron / P. Gaiha, S. Gupta // SIAM J. Appl. Math. – 1977. – V. 32, № 2. – P. 323–327.
17. Емец О. А. Общий перестановочный многогранник и некоторые его свойства / О. А. Емец. – Полтава, 1983. – 20 с. – Деп. В УкрНИИТИ 28.06.83, № 616-УкД83.
18. Емец О. А. Об общем полиперестановочном многограннике и некоторых его свойствах / О. А. Емец // Полт. инж.-строит. ин-т. – Полтава, 1989. – 11 с. – Деп. В УкрНИИТИ 31.10.89, № 2362-Ук-89.
19. Емец О. А. О геометрических свойствах множества перестановок / О. А. Емец // Тезисы докл. 42 научн. конф. проф., препод., науч. работн., аспирант. и студент. ин-та / Минвуз УССР. Полт. инж.-строит. ин-т. – Полтава, 1990. – С. 215.
20. Бондаренко В. А. Обобщенные перестановочные многогранники и свойства алгоритмов сортировки / А. В. Бондаренко, Е. В. Шунникова // Журнал вычисл. матем. и матем. физики. – Москва, 1985. – 13 с. Деп. В ВИНИГИ № 7454-В85.

УДК 519.85

РУХ В ІНТЕРВАЛЬНИХ ПРОСТОРАХ

Л. Г. Євсєєва, к. ф.-м. н., доцент;

Ю. Ю. Глушко, викладач

*Полтавське вище міжрегіональне професійне училище
yevseeva@gmail.com*

В статті введено поняття інтервального руху, досліджено його властивості, що надає можливість визначити методологію побудови інтервальних математичних моделей оптимізаційних задач геометричного проектування, в яких об'єкти можуть не тільки транслюватись, але й повертатись навколо свого полюса.

Yevseeva L. G. The movement in Interval Space. This article introduced the concept of interval movement, studied its properties, which provides the methodology to build mathematical models interval optimization problems of geometric design, in which objects can not only broadcasted, but back around his pole.

Ключові слова: ОПТИМІЗАЦІЯ, РОЗМІЩЕННЯ, ІНТЕРВАЛЬНА ГЕОМЕТРІЯ, ПОВОРОТИ.

Keywords: OPTIMIZATION, ARRANGEMENTS, INTERVAL GEOMETRY, TURN.

При вирішенні інженерних задач виникає проблема урахування допусків, тобто різниці між найбільшими і найменшими допустимими значеннями параметра, які задають на геометричні, механічні, фізико-хімічні та інші параметри деталей машин і механізмів.

При оперуванні кутовими величинами маємо допуски у вигляді

$$\theta \pm \nu_{\theta_0}, [\theta - \nu_{\theta_0}, \theta + \nu_{\theta_0}], \quad (1)$$

де $0 \leq \theta \leq 2\pi$, $\nu_{\theta} \in R^1$.

В класі оптимізаційних задач розміщення, пов'язаних з математичним моделюванням процесу розміщення реальних об'єктів і створенням ефективних методів оптимізації цього процесу, найменш вивченими є задачі, в яких допускаються афінні перетворення не тільки трансляції, але й поворота об'єктів, що розміщуються [1].

З метою здійснення єдиного підходу до вирішення проблеми урахування похибок на лінійні та кутові розміри об'єктів при розв'язанні оптимізаційних задач розміщення [1], в 1992 році на основі двох наукових напрямків, що паралельно розвиваються, – геометричного проектування й інтервального аналізу [2], Ю. Г. Стояном закладено основи нового наукового напрямку – інтервальної геометрії [3–4].

Розглянемо оптимізаційну задачу розміщення в такій постановці.

Маємо скінчену множину многокутників $P_k \subset R^2$, $J_n = \{1, 2, \dots, n\}$, смугу $P_0 \subset R^2$ і $P_0^* = (R^2 \setminus cl P_0) \cup fr P_0$, замикання її доповнення до R^2 , геометрична інформація [2] про які має вид

$$g_{P_k} = \left(P_k, \left(\left(\alpha_1^k \pm v_{\alpha_1^k}, \beta_1^k \pm v_{\beta_1^k} \right), \dots, \left(\alpha_{m_k}^k \pm v_{\alpha_{m_k}^k}, \beta_{m_k}^k \pm v_{\beta_{m_k}^k} \right) \right), \right. \\ \left. \left(x_k \pm v_{x_k}, y_k \pm v_{y_k} \right), \left(\theta_k \pm v_{\theta_k} \right) \right) \\ g_{P_0} = \left(P_0, \left(l \pm v_l, w \pm v_w \right), \left(x_0 \pm v_{x_0}, y_0 \pm v_{y_0} \right), \left(\theta_0 \pm v_{\theta_0} \right) \right), \quad (2) \\ g_{P_0^*} = \left(P, \left(l \pm v_l, w \pm v_w \right), \left(x_0 \pm v_{x_0}, y_0 \pm v_{y_0} \right), \left(\theta_0 \pm v_{\theta_0} \right) \right),$$

де $V_j^k \left(\alpha_j^k \pm v_{\alpha_j^k}, \beta_j^k \pm v_{\beta_j^k} \right)$, $j \in J_{m_k}$, $j \in J_{m_k} - j$ -я вершина многокутника P_k у власній системі координат, $\theta_k \pm v_{\theta_k}$ – кут повороту P_k навколо власного полюсу, причому $\alpha_j^k \in R^1, v_{\alpha_j^k} \in R^+$, $\beta_j^k \in R^1, v_{\beta_j^k} \in R^+$, $k \in J_n$, $0 \leq \theta_k \leq 2\pi, v_{\theta_k} \in R^+$.

Нехай в рамках даного дослідження при розміщенні $P_k, k \in J_n$, допускається його трансляція на вектор $(x_k \pm v_{x_k}, y_k \pm v_{y_k})$ і поворот навколо полюса на кут $\theta_k \pm v_{\theta_k}$ при умові $0 \leq \theta < 2\pi$.

$$x'_k = (x_k \pm v_{x_k}) \cdot \cos(\theta_k \pm v_{\theta_k}) - (y_k \pm v_{y_k}) \cdot \sin(\theta_k \pm v_{\theta_k}) + (x_k \pm v_{x_k}) \\ y'_k = (x_k \pm v_{x_k}) \cdot \sin(\theta_k \pm v_{\theta_k}) + (y_k \pm v_{y_k}) \cdot \cos(\theta_k \pm v_{\theta_k}) + (y_k \pm v_{y_k}) \quad (3)$$

Таким чином, положення об'єкта P_k характеризується вектором параметрів розміщення

$$u_k = (x_k \pm v_{x_k}, y_k \pm v_{y_k}, \theta_k \pm v_{\theta_k}) \in R^3, \quad k \in \{0\} \cup J_n. \quad (4)$$

Задання метричних характеристик об'єктів у вигляді (2), а параметрів розміщення у вигляді (3)–(4) дозволяє створити пари чисел виду $(\alpha, \nu_\alpha) \in R^2$, де $\nu_\alpha \in R^1$ – похибка задання величини $\alpha \in R^1$. Тоді α можна представити двома числами – оцінкою знизу і оцінкою зверху, які утворюють інтервальне число $\langle \alpha, \nu_\alpha \rangle = \langle A \rangle \in I_s R$, де $I_s R$ – розширений простір центрованих інтервалів [2, 3]:

$$I_s R = \left\{ \langle x, \nu_x \rangle \mid x = \frac{c+d}{2}, \nu_x = \frac{d-c}{2}, \forall c, d \in R^1 \right\}.$$

Проведені автором дослідження ставили за мету здійснити подальший розвиток теорії інтервальної геометрії та теорії геометричного проектування щодо розробки конструктивних засобів математичного моделювання оптимізаційних задач розміщення в інтервальних просторах на основі принципово нового підходу до математичного моделювання і розв'язання оптимізаційних задач геометричного проектування.

У просторі IR введені такі операції над $\langle \Theta \rangle \in I_s R$: додавання, віднімання $\langle \Theta_1 \rangle \pm \langle \Theta_2 \rangle = \langle \theta_1 \pm \theta_2, \nu_{\theta_1} + \nu_{\theta_2} \rangle$, $\langle \Theta_i \rangle = \langle \theta_i, \nu_{\theta_i} \rangle, i=1, 2$, множення $\langle \Theta \rangle \in I_s R$ на число $\lambda \in R^1$, $\lambda \cdot \langle \Theta \rangle = \langle \lambda \cdot \theta, |\lambda| \cdot \nu_\theta \rangle$, інтервального множення $\langle \Theta \rangle \in I_s R$ на інтервальне число $\langle A \rangle \in I_s R$: $\langle A \rangle * \langle \Theta \rangle$ згідно означення інтервального множення в $I_s R$ [2].

Тоді за математичні моделі геометричних об'єктів з урахуванням похибок початкових даних візьмемо інтервальні геометричні об'єкти відповідного інтервального простору.

Нехай $g_T = (Y, M, (\langle U \rangle, \langle \Theta \rangle))$ – кортеж геометричної інформації, що індукує однозначно довільний інтервальний об'єкт $T \in \mathfrak{R}$ у просторі $I_s^n R$, де $Y, M, (\langle U \rangle, \langle \Theta \rangle)$ – відповідно просторова форма, метричні характеристики і параметри розміщення об'єкту. Для орієнтованого інтервального об'єкта T маємо $g_T = (Y, M, (\langle U \rangle, \langle 0, \nu_\Theta \rangle))$ у відповідності до концепції геометричної інформації.

Так, кортеж геометричної інформації інтервального m -кутника $K \subset I_s^2 R$ має вигляд $g_K = \left\{ K, (\langle V_1 \rangle, \dots, \langle V_m \rangle), ((\langle X_0 \rangle, \langle Y_0 \rangle), \langle \Theta_0 \rangle) \right\}$, де $\langle V_i \rangle = (\langle X_i \rangle, \langle Y_i \rangle)$ – його i -та вершина у власній інтервальній системі координат, $\langle \Theta_0 \rangle = (\langle \theta_0, \nu_{\theta_0} \rangle) \in I_s R$ – інтервальний кут повороту навколо власного полюса.

Означення 1. Інтервальний рух інтервального об'єкта $T \subset I_s^2 R$ полягає в тому, що кожній точці $\langle U \rangle = (\langle X \rangle, \langle Y \rangle) \in T$ ставиться у відповідність точка $\langle U' \rangle = (\langle X' \rangle, \langle Y' \rangle) \in I_s^2 R$ як результат елементарного інтервального відображення

$$\begin{cases} \langle X' \rangle = \langle X \rangle * \cos \langle \Theta \rangle - \overline{\langle Y \rangle * \sin \langle \Theta \rangle} + \langle X_0 \rangle \\ \langle Y' \rangle = \langle X \rangle * \sin \langle \Theta \rangle + \langle Y \rangle * \cos \langle \Theta \rangle + \langle Y_0 \rangle \end{cases} \quad (5)$$

де $\langle U_0 \rangle = (\langle X_0 \rangle, \langle Y_0 \rangle) \in I_s^2 R$, $\langle \Theta \rangle = \langle \theta, \nu_{\theta} \rangle \in I_s R$ – інтервальний кут, $\theta \in R^1$, $\nu_{\theta} \in R^+$.

Означення 2. Інтервальне обертання інтервального об'єкту $T \subset I_s^2 R$ навколо свого полюса на інтервальний кут $\langle \Theta \rangle = \langle \theta, \nu_{\theta} \rangle \in I_s R$ в $I_s^2 R$ полягає в тому, що кожній точці $\langle U \rangle = (\langle X \rangle, \langle Y \rangle) \in T$ ставиться у відповідність деяка точка $\langle U'' \rangle = (\langle X'' \rangle, \langle Y'' \rangle) \in T \subset I_s^2 R$ як результат елементарного інтервального відображення

$$\begin{cases} \langle X'' \rangle = \langle X \rangle * \cos \langle \Theta \rangle - \overline{\langle Y \rangle * \sin \langle \Theta \rangle} \\ \langle Y'' \rangle = \langle X \rangle * \sin \langle \Theta \rangle + \langle Y \rangle * \cos \langle \Theta \rangle, \theta \in R^1, \nu_{\theta} \in R^+ \end{cases} \quad (6)$$

Означення 3. Якщо в кортежі геометричної інформації про об'єкт $T \subset I_s^2 R$ параметр $\langle \Theta \rangle = \langle \theta, \nu_{\theta} \rangle \in I_s R$ є інтервальною константою, T назвемо інтервально орієнтованим інтервальним об'єктом. Тоді рух об'єкта T полягає тільки в трансляції на інтервальну направлену множину $\langle U_0 \rangle = (\langle X_0 \rangle, \langle Y_0 \rangle)$, а саме $\langle X' \rangle = \langle X \rangle - \overline{\langle X_0 \rangle}$, $\langle Y' \rangle = \langle Y \rangle - \overline{\langle Y_0 \rangle}$, $\langle \theta, \nu_{\theta} \rangle = 0 = \langle 0, 0 \rangle$.

Зауважимо, якщо у співвідношеннях (5)–(6) похибки кутів поворотів дорівнюють нулю, поняття інтервального руху збігається з поняттям руху інтервального геометричного об'єкту, введеному в інтервальному двовимірному просторі [3], а якщо, якщо у (5)–(6) усі похибки дорівнюють нулю, поняття інтервального руху збігається з відомим поняттям руху геометричного об'єкту в двовимірному евклідовому просторі.

Виходячи з основних положень теорії геометричного проектування та інтервальної геометрії, а також сформульованих задач дослідження, обрана така інтервальна математична модель інтервальної оптимізаційної задачі розміщення в геометричному проектуванні:

$$\inf_{\langle U \rangle \in D \subseteq I_s^q R} F(\langle U \rangle, \langle \Theta \rangle)$$

$$(((\langle U \rangle, \langle \Theta \rangle), \langle H \rangle) = ((\langle U_1 \rangle, \langle \Theta_1 \rangle), \dots, (\langle U_n \rangle, \langle \Theta_n \rangle), \langle L \rangle) \in D \subseteq I_s^{6n+1} R,$$

де $F : I_s^{6n+1} R \rightarrow I_s R$ – інтервальне відображення, D – інтервальна область допустимих розв'язків задачі, $I_s^{q \cdot n+1} R$ – $(q \cdot n + 1)$ -вимірний інтервальний простір.

Розглянемо тривимірний інтервальний простір

$$I_s^3 R = I_s R \times I_s R \times I_s R,$$

де $I_s R$ – розширений простір центрованих інтервалів, $U = (\langle X \rangle, \langle Y \rangle, \langle Z \rangle) \in I_s^3 R$, $\langle X \rangle = \langle x, v_x \rangle \in I_s R$, $\langle Y \rangle = \langle y, v_y \rangle \in I_s R$, $\langle Z \rangle = \langle z, v_z \rangle \in I_s R$.

В даному інтервальному просторі при вирішенні оптимізаційної задачі розміщенні інтервальних геометричних об'єктів використовується поворот об'єктів на інтервальні кути $\langle \Theta_1 \rangle, \langle \Theta_2 \rangle, \langle \Theta_3 \rangle$ з інтервальними осями координат відповідно.

Визначимо інтервальне обергання в $I_s^3 R$ як дію, яка полягає в тому, що кожній точці $U = (\langle X \rangle, \langle Y \rangle, \langle Z \rangle) \in I_s^3 R$ ставиться у відповідність точка $U' = (\langle X' \rangle, \langle Y' \rangle, \langle Z' \rangle) \in I_s^3 R$ як результат інтервального відображення виду

$$\begin{aligned}
\langle X \rangle &= \langle L_1 \rangle * \langle X' \rangle + \langle L_2 \rangle * \langle Y' \rangle + \langle L_3 \rangle * \langle Z' \rangle, \\
\langle Y \rangle &= \langle M_1 \rangle * \langle X' \rangle + \langle M_2 \rangle * \langle Y' \rangle + \langle M_3 \rangle * \langle Z' \rangle, \\
\langle Z \rangle &= \langle N_1 \rangle * \langle X' \rangle + \langle N_2 \rangle * \langle Y' \rangle + \langle N_3 \rangle * \langle Z' \rangle, \\
\langle L_1 \rangle &= \cos \langle \Theta_1^k \rangle * \cos \langle \Theta_3^k \rangle - \sin \langle \Theta_1^k \rangle * \cos \langle \Theta_2^k \rangle * \sin \langle \Theta_3^k \rangle, \\
\langle M_1 \rangle &= \sin \langle \Theta_1^k \rangle * \cos \langle \Theta_3^k \rangle + \cos \langle \Theta_1^k \rangle * \cos \langle \Theta_2^k \rangle * \sin \langle \Theta_3^k \rangle, \\
\langle N_1 \rangle &= \cos \langle \Theta_2^k \rangle * \sin \langle \Theta_3^k \rangle, \\
\langle L_2 \rangle &= -\overline{\cos \langle \Theta_1^k \rangle * \cos \langle \Theta_3^k \rangle} - \overline{\sin \langle \Theta_1^k \rangle * \cos \langle \Theta_2^k \rangle * \cos \langle \Theta_3^k \rangle}, \\
\langle M_2 \rangle &= -\overline{\sin \langle \Theta_1^k \rangle * \cos \langle \Theta_3^k \rangle} + \overline{\cos \langle \Theta_1^k \rangle * \cos \langle \Theta_2^k \rangle * \cos \langle \Theta_3^k \rangle}, \\
\langle N_2 \rangle &= \sin \langle \Theta_2^k \rangle * \cos \langle \Theta_3^k \rangle, \quad \langle L_3 \rangle = \sin \langle \Theta_1^k \rangle * \sin \langle \Theta_2^k \rangle, \\
\langle M_3 \rangle &= -\overline{\cos \langle \Theta_1^k \rangle * \sin \langle \Theta_2^k \rangle}, \quad \langle N_3 \rangle = \cos \langle \Theta_2^k \rangle.
\end{aligned}$$

Аксіоми руху евклідова простору виконуються в інтервальних просторах, що дозволяє використовувати їх при моделюванні і розв'язанні оптимізаційних задач розміщення з урахуванням похибок початкових даних.

Як приклад, подамо такі аксіоми.

Аксіома 1. Кожний інтервальний рух зберігає відношення належності.

Аксіома 2. Кожний інтервальний рух зберігає відношення порядку на інтервальній прямій.

Аксіома 3. Для кожної пари точок $(\langle X_1 \rangle, \langle Y_1 \rangle, \langle Z_1 \rangle) \in I_s^3 R$ та $(\langle X_2 \rangle, \langle Y_2 \rangle, \langle Z_2 \rangle) \in I_s^3 R$ існує інтервальний рух, який переставляє їх місцями.

Введено поняття інтервального руху, досліджено його властивості. Результати дослідження дозволяють визначити методологію побудови інтервальних математичних моделей оптимізаційних задач геометричного проектування, в яких об'єкти можуть не тільки транслюватись, але й повертатись навколо свого полюса.

Список використаних джерел

1. Стоян Ю. Г. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / Ю. Г. Стоян, С. В. Яковлев. – Киев : Наукова думка, 1986. – 268 с.
2. Koucher E. Interval Analysis in the Extended Interval Space IR // Comp. Suppl. – 1980. – № 2 – Р. 33–49.
3. Стоян Ю. Г. Метрическое пространство центрированных интервалов / Стоян Ю. Г. // Доклады НАН Украины, А. – 1996. – № 7. – С. 23–25.

УДК 519.8

ОПТИМІЗАЦІЙНІ ЗАДАЧІ НА РОЗМІЩЕННЯХ: ВЛАСТИВОСТІ І РОЗВ'ЯЗУВАННЯ

О. О. Ємець, д. ф.-м. н., професор

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

yemetsli@ukr.net

Т. М. Барболіна, к. ф.-м. н., доцент

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка

tm-b@ukr.net

Доповідь присвячена вивченню властивостей комбінаторних оптимізаційних задач на розміщеннях з лінійною та дробово-лінійною цільовими функціями

Iemets O. O., Barbolina T. M. Optimization problems on arrangements: properties and solving. The report is devoted to studying of properties of combinatorial optimization problems on arrangements with linear and linear fractional objective function.

Ключові слова: ОПТИМІЗАЦІЯ, КОМБІНАТОРНІ ЗАДАЧІ, РОЗМІЩЕННЯ.

Keywords: OPTIMIZATION, COMBINATORIAL PROBLEMS, ARRANGEMENTS.

Розглянемо лінійну безумовну задачу оптимізації на розміщеннях: знайти пару $\langle L(x^*), x^* \rangle$ таку, що

$$L(x^*) = \operatorname{extr}_{x \in E_\eta^k(G)} \sum_{j=1}^k c_j x_j, \quad x^* = \operatorname{arg} \operatorname{extr}_{x \in E_\eta^k(G)} \sum_{j=1}^k c_j x_j, \quad (1)$$

де $x = (x_1, \dots, x_k) \in R^k$, $c_j \in R^1 \quad \forall j \in J_k$, $E_\eta^k(G)$ – загальна множина розміщень з мультимножини $G = \{g_1, \dots, g_\eta\}$, причому елементи мультимножини упорядковані за неспаданням:

$$g_1 \leq \dots \leq g_\eta, \quad (2)$$

а коефіцієнти цільової функції задовольняють умову

$$c_{t_1} = \dots = c_{t_{l_2-1}} > c_{t_2} = \dots = c_{t_{l_3-1}} > \dots > c_{t_s} = \dots = c_k. \quad (3)$$

Раніше була доведена достатня умова мінімалі [1], проте питання про наявність інших мінімалей залишалося недостатньо вивченим.

Позначимо $W = \{w \mid c_{t_w} \neq 0\}$. Розглянемо упорядковане розбиття J_η на s множин N_1, \dots, N_s за правилом

$$N_w = \begin{cases} \{t_w, \dots, t_{w+1} - 1\}, & \text{якщо } c_{t_w} > 0, \\ \{\eta - k + t_w, \dots, \eta - k + t_{w+1} - 1\}, & \text{якщо } c_{t_w} < 0, \\ J_\eta \setminus \bigcup_{w \in W} N_w, & \text{якщо } c_{t_w} = 0, \end{cases} \quad (4)$$

а також упорядковане розбиття числа k на s доданків $k = k_1 + \dots + k_s$ ($k_w = |N_w|$, якщо $w \in W$, $k_w = \eta - \sum_{i \in W} k_i$, якщо $w \notin W$). Нехай H – множина всіх k -вибірок з множини J_η вигляду $\pi = (\pi(1), \dots, \pi(k)) = (\pi_{11}, \dots, \pi_{1k_1}, \dots, \pi_{s1}, \dots, \pi_{sk_s}) = (\pi^1, \dots, \pi^s)$, де $\pi^i = (\pi_{i1}, \dots, \pi_{ik_i})$ – довільна k_i – вибірка з множини N_i $\forall i \in J_s$.

Авторами доведено, що точка x^* є мінімаллю в задачі (1) тоді і лише тоді, коли вона є елементом множини полірозміщень $E_{\eta n}^{ks}(G, H) = \left\{ (g_{\pi(1)}, \dots, g_{\pi(k)}) \mid \forall \pi \in H \right\}$. Аналогічний результат має місце й у випадку максимізації.

Одержані властивості лінійних безумовних задач оптимізації на розміщеннях дозволяють також обґрунтувати спосіб одержання всіх мінімалей (максималей) дробово-лінійної функції на розміщеннях, якщо відома одна з них. Нехай $x^* = (g_{\alpha_1}, \dots, g_{\alpha_k})$ –

мінімаль (максималь) функції
$$\Phi(x) = \frac{\sum_{j=1}^k d_j x_j + d_0}{\sum_{j=1}^k d'_j x_j + d'_0}$$
 на множині

$E_\eta^k(G)$; індекси β_j такі, що величини $c_j = d_{\beta_j} - \Phi(x^*)d'_{\beta_j}$, $\forall j \in J_k$ задовольняють умову (3). З властивостей лінійних безумовних задач випливає, що будь-яка інша мінімаль (максималь) функції $\Phi(x)$ на множині $E_\eta^k(G)$ задовольняє умову $x_{\beta_j} = y_j \quad \forall j \in J_k$, де (y_1, \dots, y_k) є елементом множини полірозміщень, при формуванні якої елементи розбиття множини J_η визначаються так:

- якщо $c_{i_i} \neq 0$, то $N'_i = \{\alpha_j \mid j \in \bar{N}_i\}$, де $\bar{N}_i = \{\beta_{i_i}, \dots, \beta_{i_{i+1}-1}\}$;
- якщо $c_{i_i} = 0$, то $N'_i = J_\eta \setminus \bigcup_{i \in I} N_i$, де $I = \{i \in J_s \mid c_{\rho_i} \neq 0\}$.

Розглянемо тепер розв'язування евклідових задач лексикографічної комбінаторної максимізації на розміщеннях з лінійними обмеженнями:

1) знайти пару $\langle L(x^*), x^* \rangle$ таку, що

$$L(x^*) = \underset{x \in R^u}{\text{lexmax}} \sum_{j=1}^u c_j x_j, \quad x^* = \underset{x \in R^u}{\text{arg lexmax}} \sum_{j=1}^u c_j x_j, \quad (5)$$

$$(x_1, x_2, \dots, x_k) \in E_{\eta_m}^k(G), \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^u a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i \in J_m. \quad (7)$$

2) знайти за умов (6), (7) пару $\langle \Phi(x^*), x^* \rangle$ таку, що

$$\Phi(x^*) = \underset{x \in R^u}{\text{lexmax}} \frac{\sum_{j=1}^u c_j x_j + c_0}{\sum_{j=1}^u d_j x_j + d_0}; \quad x^* = \underset{x \in R^u}{\text{arg lexmax}} \frac{\sum_{j=1}^u c_j x_j + c_0}{\sum_{j=1}^u d_j x_j + d_0}. \quad (8)$$

Вважаємо, що виконується умова $\sum_{j=1}^u d_j x_j + d_0 > 0$ для будь-якої точки, що задовольняє (7).

Як показано в [2], задача максимізації функції $\Phi(x)$ за умови (7) може бути замінена еквівалентною задачею лінійного програмування. Проте для задач лексикографічної оптимізації така еквівалентність місця не має. Розв'язок задачі (8), (7) може бути одержаний на основі того факту, що будь-яка екстремаль задовольняє умову $\Phi(x) = \zeta$, де ζ – максимум функції $\Phi(x)$ на множині (7). Оскільки остання умова еквівалентна

$$\sum_{j=1}^u (c_j - \zeta d_j) x_j = \zeta d_0 - c_0, \quad (9)$$

то лексикографічна максималь є лексикографічно максимальною точкою, яка задовольняє умови (6), (7), (9) і $x \in \Pi_{\eta}^k(G)$.

Для розв'язування задач (5)–(7) і (6)–(8) можуть використовуватися алгоритми методу побудови лексикографічної еквівалентності (методу ПоЛЕ). Метод ґрунтується на розбитті многогранника на класи еквівалентності за відношенням еквівалентності точок простору R^u відносно k -розміщень (λ_k -класи). Термінологія й основні факти щодо лексикографічної еквівалентності точок відносно розміщень наведено в [3], [4]. Кожний елемент $(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_k) \in E_{\eta}^k(G)$ визначає λ_k -клас, елементами якого є точки вигляду $(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_k, x_{k+1}, \dots, x_u)$. Такі λ_k -класи називаємо комбінаторними. На множині λ_k -класів вводиться лінійний порядок згідно з лексикографічним порядком їх представників.

Якщо відома дискретна множина A , якій належать значення цільової функції, то екстремаль у задачі (5)–(7) знаходиться на одній із гіперплощин вигляду

$$\sum_{j=1}^u c_j x_j = \zeta, \quad (10)$$

де $\zeta \in A$, а екстремаль у задачі (6)–(8) – на одній із гіперплощин вигляду (9). Нехай множина $M(\zeta)$ визначається умовами (6), (7), (10) (для дробово-лінійних задач – (6), (7), (9)). Тоді лексикографічна екстремаль у задачі (5)–(7) чи (6)–(8) є лексикографічно максимальною точкою множини $M(\zeta)$, де ζ – найбільший елемент множини A , при якому $M(\zeta) \neq \emptyset$.

Другий алгоритм методу ПОЛЕ використовує напрямлений перебір λ_k -класів у порядку лексикографічного зростання й лексикографічного спадання. Під час перебору з розгляду виключаються ті λ_k -класи, усі представники яких надають цільовій функції значення менше, ніж одержані на попередніх ітераціях.

Разом із розглянутими вище точними алгоритмами обґрунтовано наближений алгоритм методу ПОЛЕ. Нехай ζ – максимум цільової функції ($L(x)$ чи $\Phi(x)$) на множині (7), $x \in \Pi_{\eta}^k(G)$; τ – значення цільової функції у деякій допустимій точці. Тоді для будь-якої екстремалі в лінійній задачі на розміщеннях виконується умова $\tau \leq L(x) \leq \zeta$; для дробово-лінійної задачі умова $\tau \leq \Phi(x) \leq \zeta$ може бути записана як еквівалентна

лінійна нерівність. Поклавши $\sigma = \frac{\tau + \zeta}{2}$, знайдемо комбінаторні

λ_k -класи, представники яких задовольняють умову $\sigma \leq L(x) \leq \zeta$ ($\sigma \leq \Phi(x) \leq \zeta$ для дробово-лінійних задач). Якщо такий λ_k -клас буде знайдено, то оновлюємо значення τ , інакше максимум цільової функції не перевищує σ , тому оновлюємо значення ζ . Процес продовжується, поки не буде досягнута необхідна точність.

У доповіді для оптимізаційних задач на розміщеннях з лінійною та дробово-лінійною цільовими функціями продемонстрована можливість формування множини всіх екстремалей, якщо задача не має некомбінаторних обмежень, розглянуто алгоритми методу побудови лексикографічної еквівалентності.

Список використаних джерел

1. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець. – Київ : Ін-т системн. досліджень освіти, 1993. – 188 с.
2. Ємець О. А. Оптимізація дробно-линейних функцій на розміщеннях / О. А. Ємець, О. А. Черненко. – Київ : Наук. думка, 2011. – 154 с. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/467>.
3. Ємець О. А. Комбінаторна оптимізація на розміщеннях / О. А. Ємець, Т. Н. Барболина. – Київ : Наук. думка, 2008. – 159 с. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/473>.
4. Барболина Т. Н. Решение частично комбинаторных задач оптимизации на размещениях методом построения лексикографической эквивалентности / Т. Н. Барболина // Кибернетика и системный анализ. – 2013. – № 6. – С. 137–149.

УДК 519

ОПЕРАТОРИ КРОСИНГОВЕРУ В ЗАДАЧАХ ОПТИМІЗАЦІЇ НА ПЕРЕСТАНОВКАХ

О. О. Ємець, д. ф.-м. н., професор;

Є. М. Ємець, к. ф.-м. н., професор;

В. О. Шаманський, аспірант

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

yemetsli@ukr.net, yemetsli@mail.ru, epimethrius@outlook.com

Доведено критерій того, які і тільки які перестановки є операндами багато точкового оператора кросингверу.

Iemets O. O., Yemets Ye. M., Shamansky V. The crossover operators in optimization problems on permutations. The criterion is proved about what which and only which permutations are operands for crossover operator with many points.

Ключові слова: ОПЕРАТОР КРОСИНГОВЕРУ, ОПТИМІЗАЦІЯ НА ПЕРЕСТАНОВКАХ, ГЕНЕТИЧНІ АЛГОРИТМИ.

Keywords: GENETIC ALGORITHM, OPTIMIZATION ON PERMUTATIONS, CROSSOVER OPERATOR.

Будемо для задач оптимізації на перестановках [1–13] та генетичних алгоритмів для них користуватися термінологією з [14].

Кросинговер (схрещення) – це оператор отримання нової перестановки з інших («нащадків» на основі «предків»).

Множину перестановок будемо позначати $E_{kn}(G)$, де G – мультимножина (множина) елементів, що переставляються, k – кількість елементів в ній, тобто $k = |G|$, а n – кількість різних. Якщо G – множина, тобто $k = n$, то $E_{kk}(G)$ позначатимемо $E_k(G)$. Тобто кросинговер – це оператор, що діє на декартовому добутку $E_{kn}(G) \times E_{kn}(G) \rightarrow E_{kn}(G)$, даючи елемент з множини перестановок.

Аналіз відомих операторів кросинговеру.

В [15] наведено відомі оператори кросинговеру. Проаналізуємо їх з точки зору застосовності до утворення перестановок.

1. **Простий (одноточковий) оператор кросинговеру.** Позначимо його $O_1(x, y)$. Згідно означення [15] визначається точка t (номер елемента) в перестановках $x = (x_1, \dots, x_k)$; $y = (y_1, \dots, y_k)$ з $E_{kn}(G)$, де (після якого) перестановки «розрізаються». Далі утворюються $O_1(x, y) = (x_1, \dots, x_t, y_{t+1}, \dots, y_k)$, $1 \leq t \leq k-1$.

В залежності від того, яка з перестановок x, y є першою можливий і інший результат, а саме $O_1(y, x) = (y_1, \dots, y_t, x_{t+1}, \dots, x_k)$.

Якщо маємо $x, y \in E_{kn}(G)$, та $G^1 = \{x_t, \dots, x_t\} = \{y_1, \dots, y_t\}$ то $O_1(x, y) \in E_{kn}(G)$, інакше $O_1(x, y) \notin E_{kn}(G)$.

Нехай $g_{j_1} \leq \dots \leq g_{j_t}$; $g_{j_{t+1}} \leq \dots \leq g_{j_k}$. Нехай $G = \{g_1, \dots, g_k\}$, $g_1 \leq \dots \leq g_k$; $G^1 = \{g_{j_1}, \dots, g_{j_t}\}$; $G^2 = G - G^1 = \{g_{j_{t+1}}, \dots, g_{j_k}\}$.

Якщо розглянути $N_1 = \{j_1, \dots, j_t\}$, $N_2 = \{j_{t+1}, \dots, j_k\}$, $H = \{(\pi^1, \pi^2) \forall \pi^1 = (i_1, \dots, i_t) \in E_{k_1}(N_1); \pi^2 = (i_{t+1}, \dots, i_k) \in E_{k_2}(N_2)\}$, $k_i = |N_i|$, $i = 1, 2$, то множина поліперестановок [3, 5] $E_{kn}^2(G, H)$ визначає ті і тільки ті перестановки, які можна брати в якості «предків» в операторі простого (одноточкового) кросинговера.

Теорема 1. Нехай $O_1(x, y)$ – оператор простого (одноточкового) кросингвера: $D \times D \rightarrow E_{nk}(G)$ з точкою розрізу t , $x \in E_{nk}(G)$, $y \in E_{kn}(G)$. Пара перестановок $x = (x_1, \dots, x_k)$; $y = (y_1, \dots, y_k)$ належить області визначення $D \times D$ оператора $O_1(x, y)$ тоді і тільки тоді, коли вони належать множині поліперестановок $E_{kn}^2(G, H)$, яка визначається такими умовами її утворення: $G = G^1 + G^2$; $G^1 = \{g_{j_1}, \dots, g_{j_t}\} = (x_1, \dots, x_t)$; $G^2 = \{g_{j_{t+1}}, \dots, g_{j_k}\} = (y_{t+1}, \dots, y_k)$; $N_1 = \{j_1, \dots, j_t\}$; $N_2 = \{j_{t+1}, \dots, j_k\}$; $H = \{\pi = (\pi^1, \pi^2) \mid \forall \pi^1 = (i_1, \dots, i_t) \in E_{k_1}(N_1); \pi^2 = (i_{t+1}, \dots, i_k) \in E_{k_2}(N_2)\}$ $k_i = |N_i|$, $i = 1, 2$; $E_{kn}^2(G, H) = \{g = (g_{\pi(1)}, \dots, g_{\pi(k)}) \mid \forall \pi \in H\}$.

Наслідок. Результат оператору кросингвера також належить тій же поліпереставній множині, що і операнди, тобто $O_1(x, y) \in E_{kn}^2(G, H)$.

Приклад. Дано $G = \{\sqrt{1}, \sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{4}, \sqrt{5}, \sqrt{6}\}$, нехай

$$x = \{\sqrt{1}, \sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{4}, \sqrt{5}, \sqrt{6}\} \in E_6(G),$$

$$y = \{\sqrt{5}, \sqrt{1}, \sqrt{3}, \sqrt{6}, \sqrt{4}, \sqrt{2}\} \in E_6(G),$$

$$z = \{\sqrt{6}, \sqrt{5}, \sqrt{4}, \sqrt{3}, \sqrt{2}, \sqrt{1}\} \in E_6(G).$$

Нехай $t = 3$. Розглянемо $G^1 = \{\sqrt{1}, \sqrt{3}, \sqrt{5}\}$, $G^2 = \{\sqrt{2}, \sqrt{4}, \sqrt{6}\}$. Тоді разом з G^1 , G^2 утворюються $N_1 = \{1, 3, 5\}$, $N_2 = \{2, 4, 6\}$. Маємо: $k_1 = k_2 = 3$, переставна множина

$$E_3(N_1) = \{(1, 3, 5), (1, 5, 3), (3, 1, 5), (3, 5, 1), (5, 1, 3), (5, 3, 1)\}.$$

Аналогічно утворюється переставна множина $E_3(N_2)$, яка також має 6 елементів. Множина H містить елементи вигляду

$\pi = (\pi(1), \dots, \pi(6)) = (\pi^1, \pi^2)$, де $\pi^1 \in E_3(N_1)$, $\pi^2 \in E_3(N_2)$, тобто, наприклад, в H є елементи: $(1, 3, 5, 2, 4, 6)$, $(1, 3, 5, 2, 6, 4)$, ..., $(5, 3, 1, 6, 4, 2)$. Множина поліперестановок $E_{6,6}^2(G, H)$ має відповідні до елементів з H елементи: $(\sqrt{1}, \sqrt{3}, \sqrt{5}, \sqrt{2}, \sqrt{4}, \sqrt{6})$, $(\sqrt{1}, \sqrt{3}, \sqrt{5}, \sqrt{2}, \sqrt{6}, \sqrt{4})$, ..., $(\sqrt{5}, \sqrt{3}, \sqrt{1}, \sqrt{6}, \sqrt{4}, \sqrt{2})$, тобто як відомо [3,5], $g = (g_{\pi(1)}, \dots, g_{\pi(k)})$, де $\pi = (\pi(1), \dots, \pi(k)) = (\pi^1, \pi^2) \in H$.

Отже

$$O_1(x, y) = (\sqrt{1}, \sqrt{3}, \sqrt{5}; \sqrt{6}, \sqrt{4}, \sqrt{2}) \in E_{6,6}^2(G, H);$$

$$O_2(x, y) = (\sqrt{1}, \sqrt{3}, \sqrt{6}, \sqrt{3}, \sqrt{2}, \sqrt{1}) \notin E_{6,6}^2(G, H),$$

що ілюструє теорему.

2. **Двоточковий (багатоточковий оператор) кросинговеру.** Позначимо двоточковий оператор $O_2(x, y)$, а багатоточковий (s -точковий) $O_s(x, y)$. Ці оператори задаються точками t_1, \dots, t_s ($2 \leq s \leq k$) – номерами елементів в перестановках $x = (x_1, \dots, x_k) \in E_{kn}(G)$, та $y = (y_1, \dots, y_k) \in E_{kn}(G)$, після яких перестановки «розрізаються». Результатом є точка

$$O_2(x, y) = (x_1, \dots, x_{t_1}, y_{t_1+1}, \dots, y_{t_2}, x_{t_2+1}, \dots, x_{t_3}, y_{t_3+1}, \dots, y_{t_4}, \dots).$$

Введемо в розгляд множину поліперестановок $E_{kn}^{s+1}(G, H)$, яку визначимо, вважаючи $t_0 = 0$ та $G = G^1 + \dots + G^s$ так.

Нехай

$$G^1 = \{x_1, \dots, x_{t_1}\} = \{g_{j_1}, \dots, g_{t_1}\} = \{g_{j_{0+1}}, g_{j_{0+2}}, \dots, g_{j_{t_1}}\};$$

$$G^2 = \{y_{t_1+1}, \dots, y_{t_2}\} = \{g_{j_{t_1+1}}, \dots, g_{j_{t_2}}\} = \{x_{t_1+1}, \dots, x_{t_2}\};$$

...

$$G^i = \{z_{i_{t-1}+1}, \dots, z_{i_t}\} = \{g_{j_{i_{t-1}+1}}, \dots, g_{j_{i_t}}\};$$

...

де $i \in J_{s+1}$, $z_{i_{t-1}} = x_{i_{t-1}}, \dots, z_{i_t} = x_{i_t}$, якщо i – непарне, $z_{i_{t-1}} = y_{i_{t-1}}, \dots, z_{i_t} = y_{i_t}$, якщо i – парне, а $g_{j_{i_{t-1}+1}} \leq g_{j_{i_{t-1}+2}} \leq \dots \leq g_{j_{i_t}}$

$\forall i \in J_{s+1}$, $t_0 = 0$. Очевидно, що $\sum_{i=1}^{s+1} G^i = G$.

Позначимо $N_i = \{j_{i_{t-1}+1}, j_{i_{t-1}+2}, \dots, j_{i_t}\} \quad \forall i \in J_{s+1}$, $k_i = |N_i| \quad \forall i \in J_{s+1}$.

Очевидно, що $\bigcup_{i=1}^{s+1} N_i = J_k = \{1, 2, \dots, k\}$, $N_i \neq \emptyset$, $N_i \cap N_j = \emptyset$.

Розглянемо перестановку перших k натуральних чисел вигляду $\pi = (\pi(1), \dots, \pi(k)) = (\pi^1, \pi^2, \dots, \pi^{s+1}) \quad \pi^i \in E_{k_i}(N_i)$, утворимо мно-

жину цих перестановок $H = \{\pi = (\pi^1, \pi^2, \dots, \pi^{s+1}) \mid \forall \pi^i \in E_{k_i}(N_i)\}$.

Розглянемо $g = (g_{\pi(1)}, \dots, g_{\pi(k)})$. Визначимо перестановку

$$E_{kn}^{s+1}(G, H) = \{g = (g_{\pi(1)}, \dots, g_{\pi(k)}) \mid \forall \pi \in H\}.$$

З правил утворення s -точкового оператору кросинговеру $O_s(x, y)$ та означення поліпереставної множини $E_{kn}^{s+1}(G, H)$ випливає справедливості такої теореми.

Теорема 2. Нехай $O_s(x, y)$ – s -точковий оператор кросинговеру, що задається точками t_1, \dots, t_s та діє з $D \times D$ на $E_{kn}(G)$; $D \subset E_{kn}(G)$. Нехай операнди $x, y \in E_{kn}(G)$. Пара перестановок x та y належить області визначення оператора $O_s(x, y)$ тоді і тільки тоді, коли вони належать множині поліперестановок $E_{kn}^{s+1}(G, H)$, яка визначається такими співвідношеннями:

$$G = G^1 + \dots + G^{s+1}, \quad t_0 = 0; \quad \forall i \in J_{s+1}.$$

$$G^i = \begin{cases} \{x_{j_{i_{t-1}+1}}, \dots, x_{j_{i_t}}\}, & \text{якщо } i \text{ непарне} \\ \{y_{j_{i_{t-1}+1}}, \dots, y_{j_{i_t}}\}, & \text{якщо } i \text{ парне} \end{cases}.$$

$$N_i = \{j_{l_{i-1}+1}, j_{l_{i-1}+2}, \dots, j_{l_i}\} \quad \forall i \in J_{s+1}; \quad k_i = |N_i|;$$

$$\pi = (\pi(1), \dots, \pi(k)) = (\pi^1, \dots, \pi^i, \dots, \pi^{s+1}), \quad \pi^i \in E_{k_i}(N_i) \quad \forall i \in J_{s+1};$$

$$H = \left\{ \pi = \{\pi^1, \dots, \pi^{s+1}\} \mid \pi^i \in E_{k_i}(N_i) \right\};$$

$$E_{kn}^{s+1} = \left\{ g = (g_{\pi(1)}, \dots, g_{\pi(k)}) \mid \forall \pi \in H \right\}.$$

Наслідок. Результат оператору кросинговеру також належить тій поліпереставній множині, тобто $O_s(x, y) \in E_{kn}^{s+1}(G, H)$, до якої належить x та y .

При $s=1$ з розглянутого критерію для $O_s(x, y)$ випливає критерій для $s=1$ (теорема 1).

В доповіді наведено критерії того, які і тільки які перестановки є операндами багатоточкового оператору кросинговеру. Як частковий випадок цей критерій справедливий і для одноточкового оператору кросинговеру на перестановках.

Список використаних джерел

1. Сергиенко И. В. Модели и методы решения на ЭВМ комбинаторных задач оптимизации / И. В. Сергиенко, М. Ф. Каспшицкая. – Київ : Наук. думка, 1981. – 288 с.
2. Емец О. А. Евклидовы комбинаторные множества и оптимизация на них. Новое в математическом программировании: учеб. пособие / О. А. Емец. – Київ : УМК ВО, 1992. – 92 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/489>.
3. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець. – Київ : Ін-т системн. досліджень освіти, 1993. – 188 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/487>.
4. Ємець О. О. Дослідження областей визначення задач евклідової комбінаторної оптимізації на переставних множинах / О. О. Ємець, Л. М. Колечкіна, С. І. Недобачій. – Полтава : Полтавський державний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, ЧПКП «Легат», 1999. – 64 с. – Ч. 1. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/488>.

5. Стоян Ю. Г. Оптимізація на полірозміщеннях: теорія та методи / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець, Є. М. Ємець. – Полтава : РВВ ПУСКУ, 2005. – 103 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/376>.
6. Ємець О. О. Задачі комбінаторної оптимізації з дробово-лінійними функціями / О. О. Ємець, Л. М. Колечкіна. – Київ : Наук. думка, 2005. – 117 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/474>.
7. Ємець О. О. Задачі оптимізації на полікомбінаторних множинах: властивості та розв'язування: монографія / О. О. Ємець, О. В. Роскладка. – Полтава : РВВ ПУСКУ, 2006. – 129 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/377>.
8. Емец О. А. Оптимизация на полиперестановках / О. А. Емец, Н. Г. Романова. – Київ : Наук. думка, 2010. – 105 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/474>.
9. Ємець О. О. Транспортні задачі комбінаторного типу: властивості, розв'язування, узагальнення: монографія / О. О. Ємець, Т. О. Парфьонова. – Полтава: ПУЕТ, 2011. – 174 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/353>.
10. Ємець О. О. Розв'язування задач комбінаторної оптимізації на нечітких множинах: монографія / О. О. Ємець, Ол-ра О. Ємець. – Полтава: ПУЕТ, 2011. – 239 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/352>.
11. Ємець О. О. Моделі евклідової комбінаторної оптимізації: монографія / О. О. Ємець, О. О. Черненко. – Полтава: ПУЕТ, 2011. – 204 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/354>.
12. Гуляницький Л. Ф. Розробка моделей і наближених методів комбінаторної оптимізації та їх застосування в інформаційних технологіях: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 01.05.02 «Математичне моделювання та обчислювальні методи» / Л. Ф. Гуляницький. – Київ, 2005. – 32 с.
13. Донець Г. П. Екстремальні задачі на комбінаторних конфігураціях: монографія / Г. П. Донець, Л. М. Колечкіна. – Полтава: РВВ ПУЕТ, 2011. – 309 с.
14. Емец О. А. О генетическом алгоритме при оптимизации на перестановках / О. А. Емец, Е. М. Емец, П. С. Штомпель // Информатика та системні науки (ІСН-2013): Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Полтава, 21–33 березня 2013 р.). – Полтава: ПУЕТ, 2013. – С. 93–97.
15. Гладков Л. А. Генетические алгоритмы / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. – Москва: Физматлит, 2006. – 320 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ФРАКТАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ, ПОБУДОВАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕКУРСИВНИХ АЛГОРИТМІВ НА ЇХ РОЗМІРНІСТЬ

А. О. Журба, к. т. н., доцент

Національна металургійна академія України
annette.zhurba@gmail.com

Д. І. Журба, аспірант

Національна металургійна академія України
zh_dmitrii@mail.ru

В статті розглядається побудова фрактальних об'єктів з різними параметрами з використанням рекурсивних алгоритмів та дослідження їх фрактальної розмірності.

Zhurba A. O., Zhurba D. I. Study of parameters fractal objects built using recursive algorithm on dimension. In the article the construction of fractal objects with different parameters using recursive algorithms and study their fractal dimension.

Ключові слова: ФРАКТАЛЬНІ ОБ'ЄКТИ, РЕКУРСИВНІ МЕТОДИ, ФРАКТАЛЬНА РОЗМІРНІСТЬ.

Keywords: FRACTAL OBJECTS, RECURSIVE ALGORITHMS, FRACTAL DIMENSION.

Фрактали являють собою геометричні об'єкти з властивістю само подібності, коли будь-яка частина фрактала містить його зменшене зображення. Фрактали, по своїй сутності, є рекурсивними структурами і достатньо популярними методами їх побудови є рекурсивні методи.

Рекурсія дозволяє частково визначити об'єкт через себе. Та використовується, як правило, для побудови таких фрактальних об'єктів, в яких можна виділити самоподібність в організації. Рекурсивні методи генерації фракталів можна застосувати для побудови серветки та килима Серпинського, кривої Коха, трикутника Серпинського та ін.

В роботі запропонована розробка програмного модулю RekursFractals для генерації фрактальних об'єктів з використанням рекурсивних алгоритмів.

При розробці програмного модулю RekursFractals було передбачено можливість побудови фрактальних об'єктів з використанням рекурсивних алгоритмів з різними параметрами.

При побудові простих фрактальних об'єктів передбачено завдання такого параметру як порядок фрактала. При цьому можна побудувати такі прості об'єкти як трикутник та килим Серпинського, криву Коха (рис. 1).

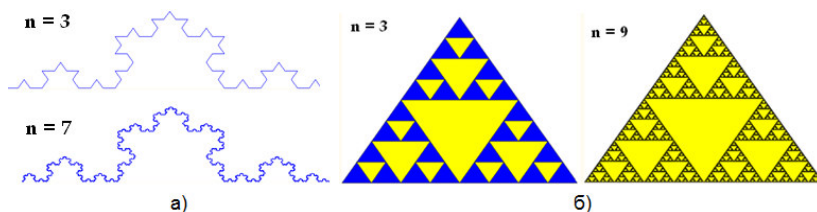


Рисунок 1 – Приклади побудови простих фрактальних об'єктів з різними параметрами: а) крива Коха; б) трикутник Серпинського

При побудові фрактальних множин передбачено завдання таких параметрів як порядок фрактального об'єкту, кількість точок по кожній з осей координат, кількість ітерацій при обчисленні фрактала. При цьому можна побудувати такі фрактальні об'єкти як: множину Мандельброта, множину Жюлія, множину Ньютона та ін. (рис. 2).

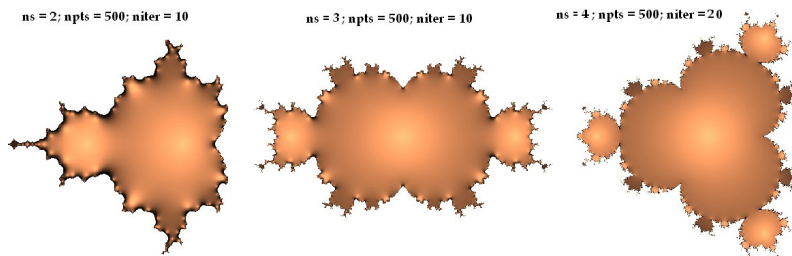


Рисунок 2 – Приклад побудови множини Мандельброта з різними параметрами

За допомогою розробленого програмного модулю RekursFractals було згенеровано більше 100 фрактальних об'єктів. Кожний фрактальний об'єкт було побудовано з різними параметрами та досліджено його можливі параметри.

Для всіх побудованих фрактальних об'єктів було досліджено фрактальну розмірність (табл. 1), яка являє собою кількісну характеристику, що описує фрактал. Для обчислення фрактальної розмірності було використано метод Box Counting [1].

Таблиця 1 – Фрактальна розмірність деяких фрактальних об'єктів

Назва фрактального об'єкта	Параметри				Фрактальна розмірність
	порядок фрактала	порядок фрактальної множини	кількість точок по кожній із осі координат	кількість ітерацій для розрахунку фракталів	
Множина Жюліа	*	2	500	10	1,8228
	*	2	500	20	1,7933
	*	2	500	30	1,7933
	*	2	500	10	1,6505
	*	2	500	15	1,7576
	*	2	500	20	1,7351
Килим Серпинського	1	*	*	*	1,9346
	2	*	*	*	1,9123
	3	*	*	*	1,9006
	4	*	*	*	1,8917
	5	*	*	*	1,8676

Дослідження показали, що фрактальна розмірність зменшується при збільшенні порядку фрактала. При цьому кількість точок не впливає на фрактальну розмірність. Кількість ітерацій не дає чіткої залежності зміни фрактальної розмірності.

Список використаних джерел

1. Журба А. А. Анализ фрактальных характеристик неметаллических включений при пластической деформации стали / А. А. Журба, А. И. Михалёв, С. И. Губенко // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Вип. 2 (85). Дніпропетровськ. – 2013. – С. 171–180.

АДАПТАЦИЯ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕГО ДОПУСКА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ КОРРОДИРУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Д. Г. Зеленцов, д. т. н., профессор

Украинский государственный химико-технологический университет

dmyt_zel@mail.ru

О. Р. Денисюк, аспирант

Украинский государственный химико-технологический университет

denolga91@rambler.ru

В статье рассматривается возможность применения метода скользящего допуска при решении задач оптимального проектирования корродирующих конструкций.

Zelentsov D. G., Denysiuk O. R. Adaptation of Flexible Tolerance Method For Problems of Optimal Design of Corroding Constructions. In the paper authors consider using flexible tolerance method to solve the problems of optimal design of corroding constructions.

Ключевые слова: КОРРОЗИЯ, ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МЕТОД СКОЛЬЗЯЩЕГО ДОПУСКА.

Keywords: CORROSION, OPTIMAL DESIGN, FLEXIBLE TOLERANCE METHOD.

В ряде отраслей промышленности технологические процессы предполагают использование агрессивных рабочих сред. Их воздействие часто приводит к коррозионному износу и, как следствие, изменению их геометрических размеров. Игнорирование коррозии при проектировании может привести к значительному ущербу.

Уравнение, описывающее процесс коррозии, имеет вид:

$$\frac{d\delta}{dt} = v_0 \cdot \psi(\sigma), \quad \delta|_{t=0} = 0, \quad (1)$$

где δ – глубина коррозионного поражения;

t – время;

v_0 – скорость коррозии при отсутствии напряжений;
 σ – абсолютная величина напряжения;
 ψ – некоторая известная функция.

Влияние напряжений на скорость коррозии обуславливает появление обратной связи в математических моделях расчета. При решении задачи возникают проблемы эффективности вычислительных алгоритмов и погрешности получаемого решения.

Постановка задачи оптимального проектирования корродирующих конструкций предполагает определение параметров сечений элементов таким образом, чтобы объём конструкции был минимальным, и в течение заданного срока эксплуатации она сохраняла несущую способность.

При вычислении функций ограничений используются две группы уравнений – система уравнений механики и система дифференциальных уравнений (СДУ), описывающая накопление геометрических повреждений в элементах конструкции. Так как для вычисления функций напряжений используются численные методы, то возможно только численное решение СДУ.

Главной задачей представляется выбор метода решения задачи математического программирования с ограничениями. Наиболее перспективными представляются методы скользящего допуска. Стратегия МСД состоит в том, что система ограничений исходной задачи преобразуется к виду:

$$X_D : \{ \bar{x} \in E^n \mid g_1(\bar{x}) = Y(k) - T(\bar{x}, t^*) \geq 0 \}, \quad (2)$$

где Y – критерий скользящего допуска; T – функционал над всем множеством функций ограничений (ФО). В качестве Y принимается допустимая погрешность вычисления функции ограничений, в качестве T – относительная погрешность вычисления ФО. Решение задачи ищется как на границе допустимой области пространства решений, так и за её пределами на расстоянии, определяемом критерием скользящего допуска.

Вычисление функционала T предполагает решение задачи управления погрешностью вычислений ФО.

Представим входные данные, необходимые для вычисления ФО в виде векторов варьируемых параметров, параметров

конструкции, параметров среды и параметров вычислительных процедур. При любом изменении первых трёх векторов погрешность вычисления ФО будет меняться. Необходимо научиться определять параметры вычислительных процедур на основании информации о прочих параметрах, получив аппроксимирующую функцию (АФ), формализующую эту зависимость.

Сформулируем условия решения поставленной задачи:

– исходная СДУ путём внесения в неё некоторых изменений может быть преобразована в новую систему, для которой получить эталонное решение не представляет труда;

– погрешности численных решений систем не должны существенно отличаться на заданном множестве значений параметра вычислительной процедуры.

На изменение напряжения в стержневом элементе влияют два фактора: уменьшение площади сечения вследствие коррозии и изменение величины осевого усилия. Если пренебречь изменением во времени величины осевого усилия, то СДУ преобразуется в совокупность несвязанных ДУ, для каждого из которых существует аналитическое решение. Так как скорость изменения площади сечения в разы выше, чем скорость изменения усилия, то преобразованная система может использоваться для построения аппроксимирующей функции.

Для решения СДУ, моделирующей процесс коррозионного деформирования шарнирно-стержневой конструкции, предлагается использовать метод Эйлера с переменным шагом по времени. Параметром алгоритма является постоянная величина – расстояние между узлами на интервале изменения напряжения.

Аппроксимировать зависимость между параметром численного алгоритма решения СДУ, параметрами стержневого элемента и среды и допустимой погрешностью решения предлагается с помощью искусственной нейронной сети. Сети для растянутых и сжатых стержней отличаются входными параметрами. Сеть обучалась с помощью алгоритма обратного распространения ошибки.

Адаптированный алгоритм метода скользящего допуска позволяет существенно снизить вычислительные затраты на начальных итерациях решения оптимизационной задачи и получить результат с требуемой точностью.

ДЕКОМПОЗИЦИОННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ

Д. Г. Зеленцов, д. т. н., профессор

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

dmyt_zel@mail.ru

Р. В. Коструб, аспирант

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

kostrub.r.v@gmail.com

В этой работе предложен декомпозиционный метод решения дифференциальных уравнений моделирующих поведение конструкций, которые работают в агрессивной среде. Есть два этапа решения: этап предсказания и этап коррекции. Результаты численных экспериментов показывают, что с использованием предложенного подхода может быть уменьшено число итераций на этапе прогнозирования.

Zelentsov D. G., Kostrub R. V. Decomposition method of solving differential equations of certain classes. In this article, we propose a decomposition approach to solving differential equations that model behavior of constructions that operate in the aggressive environment. There are two stages of this class of solutions: the stage prediction of the constructions and the stage of correction. The results of numerical experiments using the proposed approach can reduce the number of iterations in step forecasting.

Ключовые слова: КОРРОЗИЯ, ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ОПТИМИЗАЦИЯ.

Keywords: CORROSION, DIFFERENTIAL EQUATIONS, OPTIMIZATION.

При решении практических задач, связанных с прогнозированием долговечности металлических конструкций, функционирующих в агрессивных средах (АС), особое значение приобретает проблема точности моделирования коррозионных процессов. В общем случае моделирование коррозии во времени

предполагает численное решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений (СДУ), описывающих процесс накопления геометрических повреждений. Повышение точности за счёт увеличения количества узлов временной сетки приводит к резкому увеличению вычислительных затрат.

В настоящей работе предлагается алгоритм решения задачи прогноза долговечности корродирующих статически неопределимых шарнирно-стержневых конструкций (ШСК), основанный на априорном определении зависимости внутренних усилий в стержнях и численном решении только одного дифференциального уравнения.

Долговечность любого конструкционного элемента может быть определена аналитически, то есть точно (для принятой модели коррозионного износа) [1]. Таким образом, решение задачи прогноза долговечности статически определимых ШСК, функционирующих в АС, сводится к решению независимых дифференциальных уравнений. Это решение может также служить приближённой оценкой долговечности статически неопределимых конструкций. Его погрешность будет определяться законом изменения усилий в стержневых элементах [1].

В статически неопределимых конструкциях усилие в данном элементе зависит от изменяющихся во времени жесткостных характеристик всех элементов. Именно это определяет связь между уравнениями СДУ.

Функция, аппроксимирующая зависимость усилия в стержне от времени $Q(t)$, может быть построена только в результате решения СДУ. Если зависимость усилия в элементе, который определяет долговечность конструкции в целом, от времени будет формализована, то вместо системы дифференциальных уравнений достаточно получить решение единственного уравнения, причём, с любой степенью точности. На расхождение между гипотетическим точным решением СДУ и решением одного уравнения будет влиять только погрешность аппроксимации.

Исходя из этого, решение задачи долговечности предлагается проводить в два этапа.

Первый этап (этап прогноза) предполагает численное решение СДУ с минимальным количеством узловых точек для определения номера элемента, определяющего долговечность конст-

рукции, и построения для него аппроксимирующей функции $Q = Q(t)$. В результате реализации первого этапа определяется приближённое значение долговечности конструкции, подверженной коррозионному износу.

На втором этапе (этапе коррекции) численно решается единственное дифференциальное уравнение, описывающее процесс коррозионного разрушения в этом элементе при формализованной зависимости внутреннего усилия от времени.

Результаты численных экспериментов позволили сделать вывод о том, что полином третьей степени весьма точно аппроксимирует закон изменения внутреннего усилия. Следовательно, на временном интервале $[0; t^*]$, где t^* – долговечность стержневого элемента, достаточно четырёх узловых точек. Таким образом, на этапе прогноза задача расчёта напряжённого состояния корродирующей конструкции решается только четыре раза.

Вывод: впервые предложен декомпозиционный метод решения дифференциальных уравнений моделирующих поведение конструкций, которые работают в агрессивной среде. Применение метода позволяет снизить количество итераций численного метода, что приводит к уменьшению затрат машинного времени.

Список использованных источников

1. Зеленцов Д. Г. Информационное обеспечение расчётов корродирующих объектов. Математические модели и концепция проектирования систем / Д. Г. Зеленцов, О. А. Ляшенко, Н. Ю. Науменко. – Днепропетровск : УГХТУ, 2012. – 264 с.

УДК 519.6

СТРУКТУРНА СХЕМА ВИБОРУ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ МІР РИЗИКУ VAR I CVAR

***Н. Г. Зражевська, аспірантка**
Інститут проблем системного аналізу НТУУ «КПІ»
natasha.zrazhevaska@gmail.com*

Пропонується структурна схема для пошуку методу оцінювання динамічних мір ризику. Ефективність схеми підтверджена чисельною реалізацією на реальних даних.

Zrazhevska N. G. Structural scheme for choosing of method for dynamic risk measures VAR and CVAR estimation. The structural diagram for choosing of method for dynamic risk measures estimation is proposed. The effectiveness of the scheme confirmed by numerical implementation on real data.

Ключові слова: VALUE-AT-RISK, CONDITIONAL VAR, СИСТЕМНИЙ ПІДХІД.

Keywords: VALUE-AT-RISK, CONDITIONAL VAR, SYSTEM APPROACH.

В умовах економічної і фінансової нестабільності зростає інтерес до мір ризику, що здатні оцінити можливі втрати різних фінансових інститутів. Найбільшого поширення в останні роки набули міри ризику Value-at-Risk (VaR) і Conditional VaR (CVaR) або, як її ще називають, ES (Expected Shortfall). Останнім часом з'являється багато робіт, присвячених як розробці нових методів оцінювання цих мір ризику, так і специфіці їх застосування [1, 2]. Більшість методів мають обмежену область застосування, свої переваги і недоліки, орієнтовані на роботу з певним типом даних, що ускладнює користувачу вибір адекватної моделі оцінювання та прогнозування при розв'язанні конкретної задачі.

У даній роботі, використовуючи методи системного аналізу [3], проведена систематизація методів оцінювання динамічних мір ризику, у вигляді ієрархічної таблиці (рис. 1) сформульована система прийняття рішення (СПР) вибору методу оцінювання VaR і CVaR для часових рядів в залежності від особливостей досліджуваних даних і кінцевих цілей дослідження. Запропонована структурна схема зводить процес вибору методу оцінювання до виконання та аналізу результатів послідовності тестів. Проведена апробація вказаної процедури на штучно змодельованому ряді за моделлю $GARCH(1,1)$ з нормально розподіленими залишками ряду і часовому ряді логарифмічної доходності на денній основі азіатського фондового індексу *Nikkei225*

Stock Index продемонструвала її ефективність і зручність практичного використання.

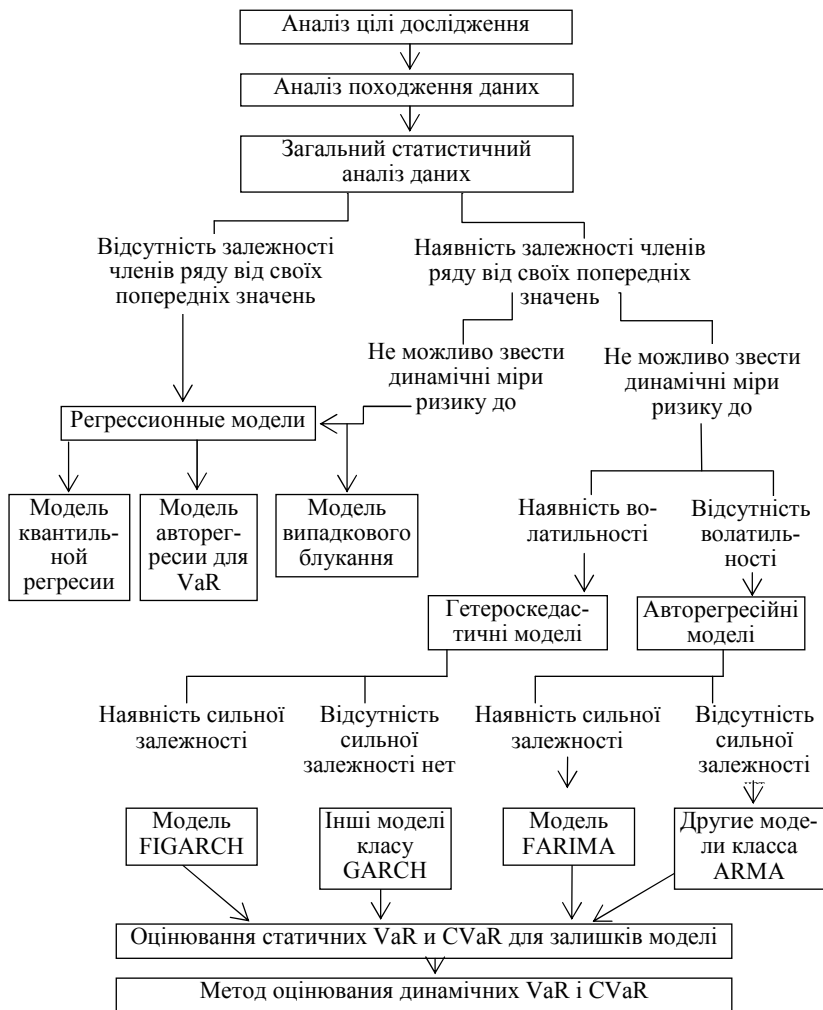


Рисунок 1 – Структурна схема методів оцінювання динамічних VaR та $CVaR$

У роботі запропонована зручна в користуванні структурна схема системного підходу до вибору моделі оцінювання динамічних мір ризику VaR і $CVaR$.

Список використаних джерел

1. S. Nadarajah, Bo Zhang, S. Chan. Estimation methods for expected shortfall Quantitative Finance. – 2014. – Vol. 14, issue 2. – P. 271–291.
2. D. Guégan, Xin Zhao. Alternative modeling for long term risk, Quantitative Finance. – 2014. – Vol. 14, issue 12. – P. 2237–2253.
3. Згуровський М. З. Основи системного аналізу / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. – Київ : BHV, 2007. – 544 с.

УДК 004.738.5+004.9

РОЗРОБКА ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ «ROWER»

Р. В. Зуєв, студент І-41

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

zuevro@gmail.com

Розроблений інтернет-магазин на базі CMS «Opencart» для реалізації підприємницької діяльності.

Zuiev R. V. Designed Internet-shop is based on Content management system «OpenCart» for the realization of business activities.

Ключові слова: ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИН, CMS OPENCART.

Keywords: INTERNET-SHOP, CMS OPENCART.

Неможливо уявити сьогодення без використання всесвітньої павутини, кожного дня Інтернет стає все більш розвиненим середовищем для здійснення комунікацій зі споживачами.

Все більша кількість фірм намагається представити свою продукцію в on-line середовищі [наприклад, <http://veloplaneta.com.ua/>]. При цьому таке подання не обмежується тільки лише створенням промо-сайтів і розміщенням рекламних банерів, статей в електронних журналах та на інформаційних порталах. З розвитком Інтернет-середовища розвивається і самі інтернет-пропозиції. Тепер можна не тільки отримувати цікаву інформацію, але і роботи покупки за допомогою Інтернеті. При цьому з використанням Інтернет-магазинів можна купувати товари абсолютно різних категорій, як елементарні споживчі, так і високотехнологічні. Такий стан речей обумовлено постійним та стабільним зростанням кількості користувачів глобальної мережі.

Основну частину аудиторії мережі Інтернет складають люди, що працюють в офісах і проводять більшу частину часу за комп'ютером. Як правило, їх спосіб життя не дозволяє їм витратити велику кількість часу на походи по місцевих магазинах у пошуках саме того, що їм потрібно.

Можливість замовити майже будь-яку продукцію в Інтернеті є для них дійсно виходом із ситуації. Інтернет істотно обмежує можливості представлення товару, але реалізується детальний опис та надається підтримка на всіх етапах покупки, надається офіційна гарантія магазину, є змога повернення товару без виявлення пошкоджень від покупця.

В доповіді розглядається розробка сайту магазину «ROWER» на замовлення ФОП Вахмяніна В.В. в рамках виконання бакалаврської роботи.

Цілі проекту:

1. Створення зручного WEB інтерфейсу – системи, яка надають користувачеві повну інформацію про цікаві продукції.

2. Створення зручної системи, яка дає можливість користувачам замовити будь-яку продукцію, не виходячи з дому.

Поставленні задачі:

– необхідно створити систему реєстрації користувачів з жорсткими вимогами до внесення контактної інформації, по якій до нього можна буде звертатися;

– створення бази даних товарів та реалізація адміністративного модуля управління сайтом, який дозволить адміністратору отримати необмежений доступ до реляційної бази даних і надасть можливість видаляти, редагувати і додавати записи;

– реалізація доставки товарів через поштові служби;

– область для залишення відгуків користувачів про сайт;

– встановлення пошукових фільтрів, порівняння товару.

Робочий інтерфейс повинен бути орієнтований на самого недосвідченого користувача, який буде дуже простий і зручний у використанні.

Список використаних джерел

1. Клименко Р. А. Веб-мастеринг на 100 % / Р. А. Клименко. – Санкт-Петербург : Питер, 2014. – 512 с.
2. htmlacademy – интерактивные онлайн-курсы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://htmlacademy.ru> – Назва з екрана.

УДК 303.732.4: 316.334.2

СОЦИОЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СИСТЕМНОМУ АНАЛИЗУ ПРОЦЕССА МОДЕРНИЗАЦИИ

С. В. Иванов, д. э. н., профессор

Международный центр исследований социально-экономических проблем модернизации и развития кооперации

ivanovsv@optima.com.ua

А. С. Вишнеvский, к. э. н.

Международный центр исследований социально-экономических проблем модернизации и развития кооперации

vishnevskyas@econindustry.org

В тезисах изложен социоэкономический подход к системному анализу процесса модернизации.

Ivanov S. V., Vishnevsky A. S. Socio-economic approach to system analysis of the modernization process. In the thesis is presented socio-economic approach to system analysis of modernization process.

Ключевые слова: СОЦИОЭКОНОМИКА, СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, МОДЕРНИЗАЦИЯ.

Keywords: SOCIO-ECONOMIC, SYSTEM ANALYSIS, MODERNIZATION.

Проблема модернизации Украины входит в число приоритетных задач развития страны. Несмотря на многочисленные национальные и международные исследования процессов модернизации, остается неразработанным социоэкономический подход, который учитывает взаимную обусловленность социальной и экономической сфер общественного развития. Как правило, модернизационные процессы рассматриваются обособленно, и ученые отдельно исследуют экономическую, социальную, экологическую, культурную модернизацию [1]. А затем рассчитываются интегральные показатели, составные элементы которых не учитывают взаимное влияние, что при построении регрессионных моделей приводит к мультиколлинеарности и снижению их практической ценности.

Целью данной работа является показать общую модель модернизации экономики с учетом социоэкономической парадигмы.

Анализируя модернизацию в социоэкономическом контексте, прослеживается дуализм данного процесса. С одной стороны модернизации экономики реализуется через изменение структуры технологических укладов. А с другой стороны через модернизацию социальной сферы, которая включает в себя социальные отношения, человеческие ресурсы и социальную инфраструктуру. Одними из наиболее известных влияющих социальных отношений на экономические процессы (в частности религии), были работы М. Вебера и В. Зомбарта.

В экономической и социальной сфере можно выделить модернизационное ядро. Так как не вся экономическая и социальная сфера способствуют модернизации экономики, а только их отдельные части.

Отобразить процесс модернизации можно графически, используя логику теории множеств (рис. 1).

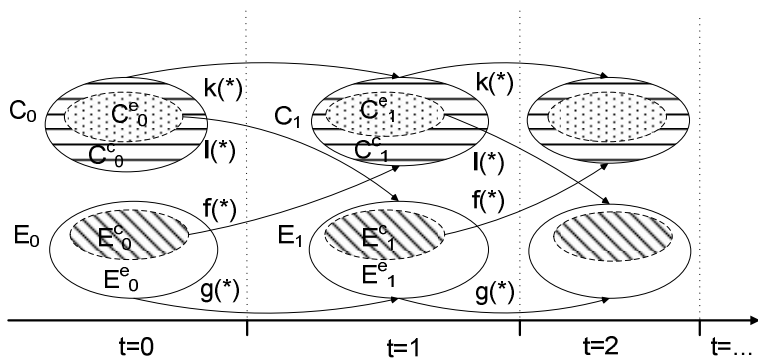


Рисунок 1 – Общая модель модернизация в социоэкономической парадигме

Условные обозначения на рис. 1. имеют следующее значение: множество C – социальная сфера, множество C^c – подмножество социальной сферы нацеленное на воспроизводство социальной сферы, которое прямо не способствует модернизации экономики (например, социальная защита неработающих

пенсионеров) или даже препятствует (система ценностей и социальных отношений, обуславливающих низкий уровень доверия и инновационной культуры общества), множество C^e – подмножество социальной сферы, которое активно влияет на экономическую сферу и её модернизацию (например, количество и качество трудовых ресурсов), множество E – экономическая сфера, E^c – подмножество экономической сферы, которое влияет на социальную сферу и обеспечивает её модернизацию, E^e – подмножество экономической сферы, которое непосредственно влияет на экономику и её модернизацию, $f(*)$ – оператор, который переводит элементы из экономической сферы (подмножество E_t^c) в социальную (множество C_{t+1}) в течение условного промежутка времени Δt , что в операторной форме записи имеет вид $f(*)$: $E_t^c \rightarrow C_{t+1}$, $g(*)$ – оператор, который переводит элементы из экономической сферы (подмножество E_t^e) в экономическую сферу (множество E_{t+1}) в течение условного промежутка времени Δt , *т. е.* $g(*)$: $E_t^e \rightarrow E_{t+1}$, $k(*)$ – оператор, который переводит элементы социальной сферы (множество C_t) в социальную сферу (множество C_{t+1}) в течение условного промежутка времени Δt , *т. е.* $k(*)$: $C_t \rightarrow C_{t+1}$, $l(*)$ – оператор, который переводит элементы социальной сферы (множество C_t) в экономическую сферу (множество E_{t+1}) в течение условного промежутка времени Δt , *т. е.* $l(*)$: $C^e \rightarrow E_{t+1}$.

Предложенная общая логика применения социоэкономического подхода к системному анализу процесса модернизации позволяет сделать ряд практически ориентированных выводов:

1. Процесс модернизации, по своей природе является социоэкономическим и изменение технологического уклада национальной экономики требует не только создания или импорта современных технологий, но и соответствующей модернизации социальной сферы.

2. Формализация процесса модернизации в рамках терминологического аппарата теории множеств позволяет перейти к оптимизационным задачам математического программирования [2].

3. Процесс модернизации является постоянным и, следовательно, ключевыми элементами его обеспечения, являются операторы перехода из состояния в момент времени t в состояние в момент времени $t+1$, а не только сам уровень социального и экономического развития на текущий момент.

Список использованных источников

1. Обзорный доклад о модернизации в мире и Китае (2001–2010) / пер. с англ. под общ. Ред. Н. И. Лапина; предисл. Н. И. Лапин, Г. А. Тосунян. – Москва : Весь Мир, 2011. – 256 с.
2. Вишневыскій О. С. Соціальна орієнтація виробництва: роль в процесі соціалізації економіки України та напрями її структурних змін / О. С. Вишневыскій // Економіка промисловості. – 2014. – № 2 (66). – С. 68–77.

УДК [519.245+519.214]:519.237.8

ПОБУДОВА ВІДОКРЕМЛЮВАНИХ ε -СІТОК ДВОХ МНОЖИН

М. А. Іванчук, асистент

Буковинський державний медичний університет

mgracia@ukr.net

І. В. Малик, к. ф.-м. н., доцент

Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича

malyk.igor.v@gmail.com

В статті розглядається спосіб відокремлення двох множин в просторі R^n шляхом побудови та відокремлення ε -сіток цих множин в ранжованому просторі відносно гіперплощин.

Ivanchuk M. A., Malyk I. V. Building the separated ε -nets for two sets. In the article are discussed the method of the separation of two sets in the space R^n , which is based on building and separation ε -nets of these sets in the range space w.r.t. hyperplanes.

Ключові слова: ε -СІТКИ, ВІДОКРЕМЛЕННЯ МНОЖИН.

Keywords: ε -NETS, SETS' SEPARATION.

В даній роботі розглядається задача класифікації двох множин, що генеруються незалежними випадковими величинами. Нехай з генеральних сукупностей, що генеруються випадковими

величинами ξ та η , отримані вибірки A та B об'ємами n_A, n_B . Задача полягає в знаходженні відокремлюючої гіперплощини L , для якої справедливе співвідношення

$$P\{\xi \in L^+, \eta \in L^-\} = \sup_{l \in H^d} P\{\xi \in l^+, \eta \in l^-\}.$$

В [1] були доведені необхідні та достатні умови існування відокремлюваних ε -сіток [3] цих множин.

Теорема 1. Нехай множини A, B розміру n_A, n_B відповідно генеруються незалежними неперервними випадковими величинами ξ, η ; 2) множини $D_{A,B} = \{(\varepsilon_1, \varepsilon_2) \in (0,1)^2 : \exists N_A^{\varepsilon_1}, N_B^{\varepsilon_2}, \text{conv}N_A^{\varepsilon_1} \cap \text{conv}N_B^{\varepsilon_2} = \emptyset\}$ та $\bar{D}_{A,B} := (0,1)^2 \setminus D_{A,B}$ розділені кривою $y_{A,B}(x)$. Тоді $\forall x \in (0,1)$ має місце співвідношення $\lim_{n_A, n_B \rightarrow \infty} y_{A,B}(x) = y(x)$, де $y(x) = \min\left(F_\eta\left(\left(F_\xi\right)^{-1}(1-x)\right), 1 - F_\eta\left(\left(F_\xi\right)^{-1}(x)\right)\right)$.

Алгоритм побудови відокремлюваних ε -сіток двох множин

Виберемо $\varepsilon_A, \varepsilon_B$, що задовольняють нерівності $\varepsilon_B \geq y(\varepsilon_A)$ та побудуємо для множин A та B ε -сітки $N_A^{\varepsilon_A}, N_B^{\varepsilon_B}$ в ранжованому просторі (R^d, H^d) . Для зручності наведемо алгоритм для двовимірного випадку. Для d -вимірного випадку алгоритм аналогічний.

Припустимо, що множина A містить точку з найменшою ординатою. Позначимо a_{min}^1 – точка з множини A з мінімальною абсцисою та a_{max}^1 – точка з максимальною абсцисою. Проведемо

$k = \left\lceil \frac{1}{\varepsilon_A} \right\rceil + 1$ вертикальних ліній від a_{min} до a_{max} так, щоб в кожну з $\left[\frac{1}{\varepsilon_A} \right]$ отриманих смуг попала однакова $(\varepsilon_A n_A)$ кількість точок. Шукані вертикальні лінії, що відокремлюють смуги, описуються рівняннями $x = C_i, i = \overline{1, k}$, де

константу C_i , $\forall i = \overline{1, k}$ шукаємо з рівняння $F(C_i) = i\varepsilon_A$.

Для кожної i -ї смуги, $1 \leq i \leq \left\lceil \frac{1}{\varepsilon} \right\rceil$ введемо позначення: A^i – множина, що містить точки з множини A , що попали в i -ту смугу; B^i – множина (можливо, порожня), що містить точки з множини B , що попали в i -ту смугу; $a_{min}^2(i)$, $a_{max}^2(i)$ – точки множини A^i з найменшою та найбільшою ординатами; $b_{min}^2(i)$, $b_{max}^2(i)$ – точки множини B^i з найменшою та найбільшою ординатами. Позначимо $N_A^{\varepsilon_A}$ – множина точок, які ми обиратимемо в ε -сітку множини A .

З i -ї смуги в $N_A^{\varepsilon_A}$ відбираємо дві точки. Перша – це точка $a_{min}^2(i)$. Другу точку з A^i в $N_A^{\varepsilon_A}$ відбираємо за наступним алгоритмом.

Якщо $B^i = \emptyset$, включаємо в множину $N_A^{\varepsilon_A}$ точку a_{max}^i
інакше якщо $a_{max}^2(i) < b_{min}^2(i)$, включаємо в множину $N_A^{\varepsilon_A}$ точку $a_{max}^2(i)$;

інакше включаємо в множину $N_A^{\varepsilon_A}$ точку $a(i)$ з множини A^i , що є найближчим сусідом до точки $b_{min}^2(i)$. Точку $a(i)$ називатимемо **базисною точкою** множини A .

Лема 2. Множина точок $N_A^{\varepsilon_A}$ є ε -сіткою множини A .

Будемо відокремлювати множини $N_A^{\varepsilon_A}$ та $N_B^{\varepsilon_B}$ за методом лінійного відокремлення опуклих оболонки (ЛВОО), який детально був розглянутий у [3]. Згідно теореми 1, відокремлююча гіперплощина для ε -сіток є ε -відокремлюючою для заданих множин.

В доповіді наведено новий метод розв'язання задачі класифікації, що полягає у побудові та відокремленні ε -сіток двох множин в ранжованому просторі (R^d, H^d) .

Список використаних джерел

1. Ivanchuk M. A. Using ε -Nets for Linear Separation of Two Sets in a Euclidean Space R^d / M. A. Ivanchuk, I. V. Malyk // Cybernetics and Systems Analysis. – Vol. 51. – Issue 6 (2015). – P. 965–968.

2. Haussler D. Epsilon-nets and simplex range queries / D. Haussler and E. Welzl // Discrete Comput. Geom. – 1987. – № 2. – P. 127–151.
3. Іванчук М. А. Класифікація множин методом лінійного відокремлення їх опуклих оболонок / Іванчук М. А. // Математичне та комп'ютерне моделювання. – 2015. – Вип. 12. – С. 113–120.

УДК 004.932.2

МОДЕЛЬ ВИДІЛЕННЯ ТОЧКОВОГО ОБ'ЄКТУ НА ФОНІ, ЩО МІСТИТЬ ПОМИЛКОВІ ВІДМІТКИ

Ю. В. Калініченко

*Луганський національний університет імені Тараса Шевченка
dellaska@gmail.com*

В статті розглядається побудова моделі виділення точкових і малорозмірних об'єктів на фоні, що містить помилкові відмітки чи яскравостні шуми.

Kalinichenko Y. V. Model of allocation of a point object on the background which contains the false marks. In the article are discussed about construction of model for an allocation of point and small objects on the background which contains the false marks or luminance noise.

Ключові слова: ТОЧКОВИЙ ОБ'ЄКТ, ВИДІЛЕННЯ, РОЗПІЗНАННЯ.

Keywords: POINT OBJECT, ALLOCATION, DETECTION.

Виявлення окремих точкових і малорозмірних об'єктів зазвичай здійснюється на деякій фоні, наприклад з великорозмірних об'єктів, флуктуаційних яскравісних шумів. У радіолокаційних зображеннях істотним є наявність зернистості, викликаной спектр-шумом. Через високу вартість помилкових відміток поріг виявлення оптимізують за критерієм Неймана-Пірсона. У результаті просторовий розподіл інтенсивності помилок першого роду у вигляді помилкових відміток певною мірою вирівнюється і не перевищує заданої ймовірності p_δ .

Сцену з помилкових відміток, сформовану за відсутності в поле зору точеного об'єкту, в цьому випадку можна описати як:

$$s_{\varphi}(x) = \sum_{x \in X} \mathcal{G}_{\varphi}(x) s'_{\varphi}(x) \delta(x) = \sum_{n=1}^{N_{\varphi}} s_{\varphi n} \delta(x - x_n), \quad (1)$$

де $s'_{\varphi}(x)$ – вихідний розподіл яскравості фону;

$\mathcal{G}_{\varphi}(x)$ – випадкова дельта-корельована величина з законом розподілу ймовірностей $P(\mathcal{G}_{\varphi} = 0) = p_{\varphi}$ та $P(\mathcal{G}_{\varphi} = 1) = 1 - p_{\varphi}$; ;

N_{φ} – випадкове число помилок першого роду, розподілено за законом $w(N_{\varphi})$.

Зображення, що пройшло через виявляч групи виявлених точкових об'єктів – моделлю:

$$s_c(x) = \sum_{n=1}^{N_c} s_c(x_n) \mathcal{G}_n \delta(x - x_n) = \sum_n^{N'_c} s_{cn} \delta(x - x_n), \quad (2)$$

де N_c – число точкових об'єктів в загальному образі;

\mathcal{G}_n – випадкова величина з законом розподілу $P(\mathcal{G}_n = 0) = p_{np}$

и $P(\mathcal{G}_n = 1) = 1 - p_{np}$, що імітує помилки другого роду – пропуски виявляча точкових відміток.

У підсумку, спостережувану точкову сцену, що містить готовий точковий об'єкт, можна представити у вигляді суміші помилкових і правильно виявлених корисних відміток

$$s(x) = \sum_{n=1}^N s_n \delta(x - x_n) = s_{\varphi}(x) + s_c(x). \quad (3)$$

Незважаючи на те, що для реальних зображень характеристики виявляча можуть бути просторово залежними, зведення їх лише до двох фіксованим значенням p_{φ} і p_{np} має важливе практичне значення для можливості випробування і порівняння ефективності проєктованих алгоритмів розпізнавання готових точкових об'єктів у співставних умовах спостереження.

Список використаних джерел

1. Точечные поля и групповые объекты / Я. А. Фурман, А. А. Роженцов, Р. Г. Хафизов, Д. Г. Хафизов, А. В. Кревецкий, Р. В. Ерус-

- ланов ; под общ. ред. проф. Я. А. Фурмана. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 440 с.
2. Калиниченко Ю. В. Оптимизация параметров девиации признаков при распознавании образов. Сборник научных трудов SWorld. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/index.php/uk/technical-sciences-413/informatics-computer-science-and-automation-413/20809-413-0490>. – Название с экрана.
 3. Калиниченко Ю. В. Оценка градиента от функции плотности алгоритма сегментации изображений Mean Shift. Сборник научных трудов SWorld / Калиниченко Ю. В. – Вып. 3 (40). Т. 4. – Иваново : Научный мир, 2015. – С. 36–39.

УДК 519.6

ПРО ЧИСЕЛЬНУ РЕАЛІЗАЦІЮ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ОПТИМАЛЬНИМ ВИБОРОМ БАЗИСНИХ ФУНКЦІЙ (ТРИКУТНІ ЕЛЕМЕНТИ)

Г. В. Каргапольцева

*Українська інженерно-педагогічна академія
kargapoltseva@ukr.net*

В роботі розглядається один зі шляхів чисельної реалізації методу скінченних елементів з оптимальним вибором базисних функцій (трикутні елементи)

Kargapoltseva G. V. About numerical realization of the finite elements method with optimal basis functions (triangular elements). In the article are discussed one of the way of numerical realization of the finite elements method with optimal basis functions (triangular elements).

Ключові слова: ОПТИМІЗАЦІЯ, МЕТОД СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ.

Keywords: OPTIMIZATION, FINITE ELEMENTS METHOD.

Мета даної роботи полягає в розробці та дослідженні методу наближеного знаходження оптимальної базисної функції у вигляді полінома n -го степеня, коли права частина рівняння Пуассона є сталою та змінною, та з кожною вершиною триангуляції області інтегрування пов'язана одна й та ж базисна функція з наступними властивостями: $h(0) = 1; h(1) = 0$.

нуто наближене знаходження оптимальних базисних функцій, з властивостями $h_k(0) = 1; h_k(1) = 0; k = \overline{1, N}$, пов'язаних з кожною вершиною триангуляції, для випадку, коли права частина рівняння Пуассона є сталою, змінною, та кількість невідомих параметрів в функціях змінюється.

Розглядається задача Діріхле для рівняння Пуассона.

$$\Delta u(x, y) = g(x, y), (x, y) \in G, \quad (1)$$

$$u(x, y) = 0, (x, y) \in \partial G, \text{ де } G - \text{ багатокутник.} \quad (2)$$

Необхідно знайти наближений розв'язок $\tilde{u}(x, y)$ задачі (1)–(2).

Нехай $A_k = (x_k, y_k), k = \overline{1, N}$ – вузли, котрими G розбивається на трикутники (вузли триангуляції); $T_j, j = (p, q, r)$ – трикутник з вершинами A_p, A_q, A_r . Покладемо:

$$\Delta_j = \begin{vmatrix} x_p & y_p & 1 \\ x_q & y_q & 1 \\ x_r & y_r & 1 \end{vmatrix} \neq 0; \omega_j(x, y) \equiv \omega_{pqr}(x, y) = \frac{1}{\Delta_j} \begin{vmatrix} x & y & 1 \\ x_q & y_q & 1 \\ x_r & y_r & 1 \end{vmatrix}.$$

При цьому $\omega_j(A_p) = 1; \omega_j(x, y) = 0$ – рівняння сторони трикутника T_j , яка з'єднує вузли A_p та A_r . Нехай $h_k(t) \in C[0, 1]$ – функція з властивостями

$$h_k(0) = 1; h_k(1) = 0; k = \overline{1, N}; \pi = \{(x, y) | (x, y) = A_k, k = \overline{1, N}\}.$$

Наближений розв'язок задачі (1)–(2) шукається у вигляді функції $u_\pi(x)$:

$$u_\pi(x, y) = u_j(x, y), \forall x \in T_j \subset G,$$

$$u_j(x, y) = u_p h_p(1 - \omega_{pqr}(x, y)) +$$

$$+ u_q h_q(1 - \omega_{pqr}(x, y)) + u_r h_r(1 - \omega_{pqr}(x, y))$$

$u_k, k = \overline{1, N}$ – деякі невідомі сталі (вузлові параметри).

Функціонал Рітца, який відповідає задачі (1)–(2), має вигляд:

$$J_G(u_\pi) = \sum_{T_j \subset G} J_{T_j}(u_j(x, y)) = \sum_{T_j \subset G} \int_{T_j} \left[\left(\frac{\partial u_j(x, y)}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_j(x, y)}{\partial y} \right)^2 + 2g(x, y)u_j(x, y) \right] dx dy.$$

I. Знайдено наближений розв’язок поставленої задачі, для випадку, коли з кожним вузлом триангуляції пов’язана єдина оптимальна базисна функція та представляється у вигляді полінома, який задовольняє умови $h(0) = 1; h(1) = 0$:

$$h(t) = (1-t)(1 + a_1 t + a_2 t^2),$$

де a_1, a_2 – невідомі сталі коефіцієнти.

Тоді задача мінімізації відповідного функціонала $J_G(\{u_k\}, a_1, a_2), (k = \overline{1, N})$ зводиться до розв’язання системи

$$\text{рівнянь: } \frac{\partial J_G(u_\pi)}{\partial u_k} = 0, k = \overline{1, N}; \quad \frac{\partial J_G(u_\pi)}{\partial a_1} = 0, \frac{\partial J_G(u_\pi)}{\partial a_2} = 0.$$

II. Знайдено наближений розв’язок поставленої задачі, для випадку, коли оптимальні базисні функції пов’язані з кожним вузлом триангуляції, та представляються у вигляді полінома 2, 3, 4, 5 степеня, який задовольняє умови

$$h_j(0) = 1; h_j(1) = 0; h_j(t) = (1-t) \left(1 + \sum_{i=1}^m a_{ij} t^i \right); m = \overline{1, 4}; j = \overline{1, N},$$

де $a_{ij} (i = \overline{1, 4}; j = \overline{1, N})$ – невідомі сталі коефіцієнти.

Запропонований метод наближеного відшукування однієї базисної функції та функцій, пов’язаних з кожним вузлом триангуляції, в методі скінченних елементів (трикутні елементи) (як для сталої, так і для змінної правих частин рівняння Пуассона) протестовано за допомогою програм, складених в Mathcad. Результати обчислювального експерименту демонструють доцільність використання оптимальних базисних функцій, оскільки майже

всі характеристики, які знаходились для порівняння з точним розв'язком, краще, ніж в класичному методі скінченних елементів (трикутні елементи) з лінійними базисними функціями.

Список використаних джерел

1. Литвин О. М. Інтерлінація функцій та деякі її застосування / Литвин О. М. – Харків : Основа, 2002. – 544 с.
2. Литвин О. М. Про один підхід до побудови оптимальних базисних функцій в оптимальному методі скінченних елементів / Литвин О. М., Лепетченко Г. В. // Доповіді Національної Академії Наук України. Серія: Математика. Природознавство. Технічні науки. – 2006. – № 7. – С. 18–22.

УДК 519.8

О МНОЖЕСТВЕ ЛОРЕНСА В ЗАДАЧАХ ДЕЛЕЖА

И. В. Козин, д. ф.-м. н., профессор
Запорожский национальный университет
ainc00@gmail.com

М. И. Зиновеева, аспирант
Запорожский национальный университет
zinoveeva92@mail.ru

В статье рассматривается проблема отыскания элементов множества Лоренса для кооперативных игр дележа с непустым ядром. Доказано, что при условии принадлежности равного дележа ядру кооперативной игры, множество Лоренса состоит из единственной точки. Предложен алгоритм отыскания множества Лоренса для кооперативных игр с непустым ядром.

I. V. Kozin, M. I. Zinoveeva About Lorence Set in Problems of the Division.

The article deals with the problem of finding the elements of the Lorence set for cooperative games division with non-empty core. It is proved that provided supplies of equal division of the core of a cooperative game, a lot of Lolrensa consists of a single point. An algorithm for finding the set of Lawrence of cooperative games with non-empty core.

Ключевые слова: ОПТИМИЗАЦИЯ, ЗАДАЧА ДЕЛЕЖА, ЯДРО КООПЕРАТИВНОЙ ИГРЫ, МНОЖЕСТВО ЛОРЕНСА.

Keywords: OPTIMIZATION, PROBLEMS OF THE DIVISION, THE CORE OF A COOPERATIVE GAME, LORENCE SET

Рассмотрим задачу дележа в следующей постановке [1]. Имеется N агентов, которых будем нумеровать числами $1, 2, \dots, N$, суммарный выигрыш которых составляет S_0 . Значение функции полезности агента с номером i в кооперативной игре будем обозначать x_i . Агенты могут образовывать различные коалиции (подмножества). Для автономной коалиции $I = (i_1, i_2, \dots, i_k)$ выигрыш подкоалиции кооперативной игре будем обозначать $S(I)$. Необходимым условие устойчивости игры является система уравнений и неравенств:

$$\sum_{i=1}^N x_i = S_0, \sum_{i \in I} x_i \geq S(I), I \neq \emptyset, \quad (1)$$

где I – любое непустое собственное подмножество множества $\{1, 2, \dots, N\}$. Множество решений системы (1) называется ядром кооперативной игры, а его элементы допустимыми дележами.

В случае непустого ядра любой его элемент принадлежит множеству Парето.

Пусть векторы дележа $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ и $y = (y_1, y_2, \dots, y_N)$ – элементы ядра кооперативной игры. Будем обозначать $x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_N^*)$ и $y^* = (y_1^*, y_2^*, \dots, y_N^*)$ – векторы, полученные соответственно из x, y путем упорядочения их координат по возрастанию. Допустимый дележ y строго доминирует по Лоренсу допустимый дележ x , если для всех $k = 1, 2, \dots, N$ имеют место неравенства $\sum_{i=1}^k x_i^* \leq \sum_{i=1}^k y_i^*$, причем хотя бы одно из них строгое. Допустимый дележ x будем называть оптимальным по Лоренсу [1, 2], если он не доминируется никаким другим допустимым дележом. Задача состоит в отыскании оптимальных по Лоренсу дележей в заданной кооперативной игре. Множество всех таких дележей называется множеством Лоренса.

В работе показано, что при наличии допустимого равного дележа в рассматриваемой кооперативной игре множество Лоренса состоит из единственной точки – этого дележа. На

основе принципа Пигу-Дальтона сокращения неравенства предложен алгоритм отыскания элементов множества Лоренса при непустом ядре кооперативной игры.

Список использованных источников

1. Э. Мулен Кооперативное принятие решений: аксиомы и модели / Э. Мулен. – Москва : Мир, 1991. – 464 с.
2. И. В. Козин Принципы симметрии в теории принятия решений / И. В. Козин. – Запорожье : Полиграф, 1993. – 164 с.

УДК 519.81

ВЛАСТИВОСТІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИХ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ НА КОМБІНАТОРНІЙ КОНФІГУРАЦІЇ РОЗМІЩЕНЬ

Л. М. Колечкіна, д. ф.-м. н., професор
Вищий навчальний заклад Укоопсоюзу «Полтавський університет
економіки і торгівлі»
ludapl@ukr.net

С. Є. Гриценко, викладач
Полтавський політехнічний коледж НТУ «ХПІ»
svhrytsenko@yandex.ru

О. С. Пічугіна, докторант
Харківський національний університет радіоелектроніки
pichugina_os@mail.ru

В статті розглядаються особливості розв'язання багатокри-
теріальних задач на комбінаторних конфігураціях загальних
розміщень, представлення таких конфігурацій у графовому фор-
маті та ефективні способи їх генерації.

*Koliechkina L., Hrytsenko S., Pichugina O. Peculiarities of multi-
criterial optimization problems over combinatorial configurations of
the general partial permutations; graph representation of the
configurations and effective techniques of their generation are
considered.*

Ключові слова: ОПТИМІЗАЦІЯ, РОЗМІЩЕННЯ, КОМБІ-
НАТОРНІ ЗАДАЧІ.

Keywords: OPTIMIZATION, PARTIAL PERMUTATIONS,
COMBINATORIAL PROBLEMS.

Дослідження оптимізаційних багатокритеріальних задач на комбінаторних множинах потребує розробки ефективних методів та алгоритмів оптимізації, які дозволяють розв'язувати як окремі задачі, так і цілі їх класи. Тому необхідне додаткове вивчення властивостей розв'язків таких задач.

При розв'язуванні багатокритеріальних комбінаторних задач постає питання визначення ефективного розв'язку, що пов'язане з порівнянням альтернатив на множині цільових функцій. Слід зазначити, що такий розв'язок може виявитись не оптимальним для жодної з цільових функцій, проте, він є найкращим компромісним розв'язком з урахуванням усіх цільових функцій (критеріїв) одночасно.

Розглянемо багатокритеріальну комбінаторну задачу [1, 4] вигляду: $Z(\Phi, E): \max\{\Phi(a) | a \in E\}$, що полягає в максимізації векторного критерію $\Phi(a)$ на деякій комбінаторній множині, де $\Phi(a) = (\Phi_1(a), \Phi_2(a), \dots, \Phi_l(a))$, $\Phi_i: R^n \rightarrow R^1$, $i \in N_l$.

Якщо комбінаторна множина має вигляд $E = A_{qk}^n(A) = A_{qk}^n$ – множина n -розміщень із мультимножини A , що містить q -елементів, k з яких різні, то задача $Z(\Phi, E)$ є задачею на загальній множині розміщень [2].

Основними структурними елементами такої задачі є множина допустимих розв'язків і набір цільових функцій [2].

Для комбінаторних багатокритеріальних задач розв'язок представляє узагальнення поняття точки максимуму числової функції: розв'язок Парето-оптимальний, якщо значення кожного із критеріїв можна поліпшити лише за рахунок погіршення значень інших критеріїв. Властивостям і методам відшукування Парето-оптимальних розв'язків присвячено досить багато літератури, але для задачі $Z(\Phi, E)$ комбінаторної оптимізації необхідно врахувати специфіку й комбінаторні властивості області допустимих розв'язків, тому є актуальним розглянути дане питання.

З множини розв'язків X необхідно вибрати такі, для яких виконувалася б умова належності комбінаторній множині A_{qk}^n і які були б «кращі» ніж інші.

Визначимо оптимальні розв'язки, тобто такі, які мають переваги над множиною інших розв'язків.

Множину всіх оптимальних розв'язків у множині X позначатимемо через $opt_{\succ} X$. Залежно від структури X і виду відношення \succ множина $opt_{\succ} X$ може містити єдиний елемент, скінченну та нескінченну множину елементів, або ж не містити жодного. Якщо врахувати комбінаторну природу множини допустимих розв'язків задачі $Z(\Phi, E)$, то $opt_{\succ} X$ – є скінченною множиною, елементи якої є точки множини розміщень, тобто $x \in A_{qk}^n$.

Задачі на комбінаторних конфігураціях, для яких можливе занурення в арифметичний евклідів простір, цікаві тим, що дозволяють виявляти властивості як безпосередньо допустимої комбінаторної множини, так і її опуклої оболонки – відповідного комбінаторного многогранника, а також остового графа цього многогранника. Знання цих специфічних властивостей дає можливість використовувати їх для побудови нових і вдосконалення існуючих методів розв'язання комбінаторних задач [3, 5, 6].

Задачі комбінаторної оптимізації, такі як задачі управління, мережеве планування та інші описуються моделями дискретної оптимізації, деякі з яких можна представити на конфігурації розміщень з набору двох елементів.

Розглянемо представлення процесу генерування множини 5-розміщень A_{62}^5 із мультимножини $A = \{0^{n_1}, 1^{n_2}\} = \{0^2, 1^4\}$ у вигляді остовного структурного графа відповідного многогранника, який позначимо $G_5(A_{62}^5)$. Будуємо його ітераційно за допомогою послідовності графів $\{G_i(A_{62}^i)\}_{i=1,5}$. Спочатку згенеруємо множину вершин $\{V_i\}_{i=1,5}$, $V_i = \text{vert } G_i(A_{62}^i)$, i , використовуючи рекурентний метод [1]. Вершинами V_1 графу $G_1(A_{62}^1)$ будуть ізольовані вершини зі значеннями 0, 1. Побудуємо множину V_2 . Для цього до елементів V_1 допишемо справа допустимі елементи з мультимножини A . Аналогічно побудуємо $\{V_i\}_{i=3,5}$. Результати представимо у табл. 1.

Таблиця 1 – Побудова під графів $G_5(A_{62}^5)$

V_1	V_2	V_3		V_4			
0	00	–	001	–	–	–	0011
	01	010	011	–	0101	0110	0111
1	10	100	101	–	1001	1010	1011
	11	110	111	1100	1101	1110	1111

Продов. табл. 1

V_5							
–	–	–	–	–	–	–	00111
–	–	–	01011	–	01101	01110	01111
–	–	–	10011	–	10101	10110	10111
–	11001	11010	11011	11100	11101	11110	–

При побудові комбінаторної конфігурації загальних розміщень з набору двох елементів остовний структурний граф буде мати виколоті вершини порівняно з графом гіперкубу.

Множину ребер $E_i = \text{edge } G_i(A_{62}^i)$ графу $G_i(A_{62}^i)$ будемо через суміжні вершини загального многогранника розміщень $P_{62}^i = \text{conv}A_{62}^i, i = \overline{1,5}$. Так, наприклад, для графу $G_5(A_{62}^5)$, оскільки P_{62}^5 – комбінаторно еквівалентний загальному многограннику переставлень P_{62} з мультимножини A , для V_5 справедливо:

- а) порядок графа $|V_5| = \frac{q!}{n_1!n_2!} = C_6^2 = 15$; б) граф – регулярний зі степенем вершини $d = n_1n_2 = 2 \cdot 4 = 8$; в) суміжні вершини одержуються 0–1-транспозицією чи заміною 0 на 1 або навпаки;
- г) розмір графу $|E_5| = \frac{1}{2}|V| \cdot d = 60$; д) діаметр $\text{diam}G_5(A_{62}^5) = 2$;
- д) граф гамільтонів. Той факт, що $G_5(A_{62}^5)$ має гамільтонів цикл, дозволяє висунути гіпотезу, що весь клас остовних графів многогранників загальних розміщень з двох елементів є гамільтоновим. А це, в свою чергу, дозволяє розробку ефективних методів генерації множин $A_{q_2}^n$ вздовж суміжних вершин їх многогранників.

Висновки. Доцільним є дослідження властивостей комбінаторних множин, їх графів та многогранників з метою зменшення кількості розглядуваних альтернативних розв'язків багатокритеріальних задач і, як результат, зменшення складності цих задач.

Список використаних джерел

1. Донець Г. П. Екстремальні задачі на комбінаторних конфігураціях : монографія / Г. П. Донець, Л. М. Колечкіна. – Полтава : РВВ ПУЕТ, 2011. – 309 с.
2. Емец О. А. Комбинаторная оптимизация на размещениях / О. А. Емец, Т. Н. Барболина. – Киев : Наукова думка, 2008. – 159 с.
3. Сергиенко И. В. Задачи дискретной оптимизации: проблемы, методы решения, исследования / И. В. Сергиенко, В. П. Шило. – Киев : Наукова думка, 2003. – 264 с.
4. Семенова Н. В. Об одном подходе к решению векторных задач с дробно-линейными функциями критериев на комбинаторном множестве размещений / Н. В. Семенова, Л. Н. Колечкіна, А. М. Нагорная // Проблемы управления и информатики. – 2010. – № 1. – С. 131–144.
5. Ємець О. О. Дослідження областей визначення задач евклідової комбінаторної оптимізації на переставних множинах / О. О. Ємець, Л. М. Колечкіна, С. І. Недобачій. – Полтава : Полтавський державний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, ЧПКП «Легат», 1999. – Ч. 1 – 64 с.
6. Ємець О. О. Дослідження областей визначення задач евклідової комбінаторної оптимізації на переставних множинах. Ч. 2 : Про одну задачу оптимізації на переставленнях / О. О. Ємець, Л. М. Колечкіна, С. І. Недобачій. – Полтава : Полтавський державний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, ЧПКП «Легат», 1999. – 32 с.

УДК 519.81

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Л. М. Колечкіна, д. ф.-м. н., професор;

Т. С. Тесля, бакалавр за напрямом «Документознавство та інформаційна діяльність»

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

ludapl@ukr.net, teslyatatyana4@gmail.com

В статті розглядається забезпечення інформаційної підтримки підприємства, побудовано схему прийняття управлінських рішень для ПАТ «Полтаваобленерго».

Teslia T., Kolietchkina L. In article ensuring information support of the enterprise is considered, it is constructed the scheme of adoption of administrative decisions for open joint stock company «Poltavaoblenergo»

Ключові слова: ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА, УПРАВЛІНСЬКЕ РІШЕННЯ, СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.

Keywords: INFORMATION SUPPORT, ADMINISTRATIVE DECISION, DECISION MAKING SUPPORT SYSTEM.

В процесі управління підприємством керівники приймають велику кількість управлінських рішень на всіх стадіях: планування, організації, мотивації, контролю. Управлінські рішення пов'язані з необхідністю впливу на об'єкт управління з метою приведення його до бажаного стану, а в зв'язку з тим, що це потребує витрат часу, можна говорити про процес прийняття рішень.

Під прийняттям управлінських рішень розуміють процес розробки та вибору управлінського рішення, яке є результатом вибору суб'єктом управління способу дій, спрямованих на розв'язання певної проблеми управління.

Основна мета управлінського рішення – забезпечити координуючий вплив на об'єкт управління для досягнення цілей організації. Управління передбачає наявність суб'єкта й об'єкта управління, між якими існує певний зв'язок.

В основі будь-якого управлінського рішення лежить проблемна ситуація, котра потребує прийняття рішення щодо переведення об'єкта управління з проблемного стану в такий, котрий більше відповідатиме завданням управління. Сукупність відомостей, які характеризують проблему – це інформаційна модель проблемної ситуації.

Ефективність і якість управлінського рішення визначається, насамперед, обґрунтуванням методології прийняття рішення, тобто підходів, принципів, методів. Аналіз теорії та практики управління дозволяє виявити необхідність і можливість застосування багатьох наукових підходів, найбільш поширеними з яких є системний та ситуаційний.

Основне завдання в системному підході – це виявлення та вивчення зв'язків між елементами (підсистемами) вірогідного об'єкта управління. Обов'язкова умова – чітке формулювання

цілей, завдань для подальшого визначення шляхів найбільш ефективного їх виконання як для системи в цілому, так і для окремих її елементів. Цінність системного підходу полягає в логічному та послідовному розгляді проблем прийняття рішень, які поділяють на типи: добре структуровані, слабоструктуровані та неструктуровані.

Розглянемо прийняття управлінських рішень на підприємстві ПАТ «Полтаваобленерго». Слід зазначити, що на досліджуваному підприємстві є недоліки в процесі організації і ведення документного забезпечення, які потребують удосконалення. Це пов'язано з прийняттям рішення керівництва кардинального введення системи автоматизованого документообігу «Мотив». Є доцільним прийняття управлінського рішення на основі ситуаційного підходу.

Ситуаційний підхід дає змогу пов'язати прийоми і концепції управління з деякими конкретними ситуаціями для того, щоб досягти мети організації найбільш ефективно. Ситуаційний підхід концентрується на ситуаційних відмінностях між організаціями і всередині самих організацій та базується на альтернативності досягнення однієї й тієї ж мети. Основними змінними в ситуаційному підході до прийняття рішення є мета, структура, завдання, технологія і люди.

Основні етапи розробки і прийняття управлінського рішення зображені на рис. 1.

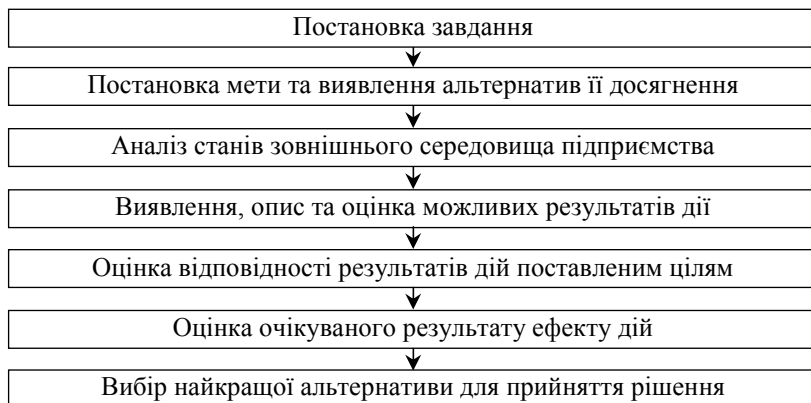


Рисунок 1 – Етапи прийняття управлінських рішень в ПАТ «Полтаваобленерго» [складено автором]

Розробка ефективних управлінських рішень потребує застосування сучасних інформаційних технологій, що забезпечують повноту, своєчасність інформаційного відображення процесів, можливість їхнього моделювання, аналізу, прогнозування.

Таким чином, автоматизація процесу розробки управлінського рішення – комплексний процес, в якому задіяні людські та матеріальні ресурси, програмне і технічне забезпечення, методи і процедури пошуку, обробки, передачі даних.

Основою інформаційної підтримки автоматизації процесів прийняття управлінських рішень є інформаційні системи.

Інформаційна система (ІС) – це набір процедур, таких як процес, збирання й переробка інформації для підтримки планування, прийняття рішень, координації та контролю. ІС включає вхідну (дані, інструкції тощо) й вихідну інформацію (звіти, розрахунки тощо), а також може містити механізм зворотного зв'язку, що контролює операції.

Основними функціями управлінської інформаційної системи виступають збирання, зберігання, накопичення, пошук і передача даних, що використовуються для підтримки прийняття управлінських рішень.

У доповіді зображено схему послідовності етапів прийняття управлінських рішень в ПАТ «Полтаваобленерго», що забезпечить організацію процесу прийняття ефективних рішень керівництвом.

Список використаних джерел

1. Петруня Ю. Є. Прийняття управлінських рішень: навч. посібник / Ю. Є. Петруня, В. Б. Говоруха, Б. В. Літовченко. – 2-ге вид. – Київ : Центр учбової л-ри, 2011. – 216 с.
2. Скібіцька Л. І. Організація праці менеджера: навч. посіб. / Л. І. Скібіцька. – Київ : Центр учбової л-ри, 2010. – 360 с.

УДК 519.85

РЕШЕНИЕ ОБЩЕЙ ЗАДАЧИ КВАДРАТИЧНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

А. И. Косолап, д. ф.-м. н., профессор

Украинский государственный химико-технологический университет
anivkos@ua.fm

В работе рассматриваются общие задачи квадратичной оптимизации в которых необходимо найти точку глобального

экстремума. Показано что методом точной квадратичной регуляризации такие задачи преобразуются к максимизации нормы вектора на пересечении шаров. Для решения преобразованной задачи используется двойственный метод.

Kosolap A. I. Solving of the general quadratic optimization problems. In paper we consider the problems of general quadratic optimization in which it is necessary to find a point of a global extremum. Such problems we transform to maximization of norm of a vector on intersection of spheres with help of exact quadratic regularization. For the solution of the transformed problem we use the dual method.

Ключевые слова: ГЛОБАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ, ТОЧНАЯ КВАДРАТИЧНАЯ РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ, ДВОЙСТВЕННЫЙ МЕТОД.

Keywords: GLOBAL OPTIMIZATION, EXACT QUADRATIC REGULARIZATION, DUAL METHOD.

Математические модели задач экономики, финансов, управления проектами и технологическими процессами, конструирования, как правило, формулируются в виде задач квадратичной оптимизации. Такие задачи являются сложными для численного решения, так как могут содержать много локальных экстремумов. Для нахождения глобального экстремума в этих задачах используются методы ветвей и границ [1], внешних аппроксимаций [2], полуопределенная релаксация [3], двойственные методы [4], методы случайного поиска [5] и др. Однако эти методы могут находить решения только для задач малой размерности либо позволяют находить приближенные решения, которые часто далеки от точек глобального экстремума. В настоящей работе для решения общих квадратичных задач используется метод точной квадратичной регуляризации, который позволяет преобразовать эти задачи к максимизации нормы вектора на пересечении шаров. Для решения полученной задачи используется двойственный метод, который преобразует многоэкстремальную задачу к одноэкстремальной. Решение двойственной задачи позволяет определить решение исходной задачи квадратичной оптимизации.

Постановка задачи. Рассмотрим общую задачу квадратичной оптимизации

$$\min \{x^T A_0 x + b_0^T x \mid x^T A_i x + b_i^T x + c_i \leq 0, i = 1, \dots, m, x \in E^n\}, \quad (1)$$

где все матрицы A_i – симметричные, b_i , x – n -мерные векторы евклидова пространства E^n , c_i – числа. Будем предполагать, что задача (1) имеет решение. Используем точную квадратичную регуляризацию [6] для преобразования задачи (1) к виду

$$\max \{ \|z\|^2 \mid x^T A_0 x + b_0^T x + s + (r-1) \|z\|^2 \leq d, \\ x^T A_i x + b_i^T x + c_i + r \|z\|^2 \leq d, i = 1, \dots, m \}, \quad (2)$$

где вектор $z = (x, x_{n+1})$, параметр s удовлетворяет условию

$$s \geq \|x^*\|^2 - x^{*T} A_0 x^* - b_0^T x^*,$$

где x^* – решение задачи (1), а параметр $r > 0$ выбирается таким, чтобы матрицы $A_0 + (r-1)I$, $A_i + rI$, $i = 1, \dots, m$ были положительно определенными, где I – единичная матрица. Для этого достаточно найти минимальное значение r , удовлетворяющее условиям

$$a_{jj}^i + r > \sum_{\forall k \neq j} a_{jk}^i + 1, \forall i, j, \quad (3)$$

где a_{jk}^i – элементы матрицы A_i . При выполнении условий (3), допустимое множество задачи (2) будет выпуклым.

В задаче (2) необходимо найти минимальное значение переменной $d = d_{\min}$ при котором ее решение z^* удовлетворяет условию $r \|z^*\|^2 = d_{\min}$. Такое значение d_{\min} будем находить методом дихотомии. Решим задачу выпуклой оптимизации

$$\max \{ d \mid x^T A_0 x + b_0^T x + s + (r-1) \|z\|^2 \leq d, \\ x^T A_i x + b_i^T x + c_i + r \|z\|^2 \leq d, i = 1, \dots, m, r \|z\|^2 \leq d \}.$$

Если для ее решения (z^0, d_0) выполняется условие $r\|z^0\|^2 = d_0$, то задача (1) решена и ее решение $x^* = (x_0, 0)$ [6]. В противном случае, если $r\|z^0\|^2 < d_0$, будем увеличивать значение переменной $d = d_0 + h (h > 0)$ и для каждого такого значения d , решать задачу (2). При увеличении d значение $r\|z\|^2 - d$ будет монотонно возрастать. Поэтому методом дихотомии легко найти значение d , для которого будет выполняться равенство $r\|z\|^2 = d$. Если найденное значение d минимальное, то задача (1) решена. В противном случае, найдена только точка локального максимума задачи (2). Таким образом, для нахождения минимального значения d необходимо находить точку глобального максимума в задаче (2). Для этого воспользуемся двойственным методом. Сначала преобразуем квадратичные функции задачи (1) к каноническому виду. Тогда задача (1) примет вид

$$\min \left\{ \sum_{j=1}^n c_j^0 (x_j - a_j^0)^2 \mid \sum_{j=1}^n c_j^i (x_j - a_j^i)^2 \leq r_i^2, i = 1, \dots, m, Px = q \right\},$$

где $c_j^i = (-\varepsilon, 0, \varepsilon)$ равны одному из значений в скобках. Используя точную квадратичную регуляризацию, приходим к задаче

$$\max \left\{ \|x\|^2 \mid \|x - a^i\|^2 \leq r_i^2, i = 1, \dots, m \right\}. \quad (4)$$

Для этой задачи двойственная функция равна

$$g(\lambda) = \frac{\|\sum_{i=1}^m \lambda_i a^i\|^2}{\sum_{i=1}^m \lambda_i - 1} - \sum_{i=1}^m \lambda_i (\|a^i\|^2 - r_i^2),$$

а двойственная задача

$$\min \left\{ g(\lambda) \left\| \frac{\sum_{i=1}^m \lambda_i a^i}{\sum_{i=1}^m \lambda_i} - a^i \right\|^2 \leq r_i^2, i=1, \dots, m, \sum_{i=1}^m \lambda_i - 1 \geq 0, \lambda \geq 0 \right\}. \quad (5)$$

Задача (5) – одноэкстремальная и легко решается прямо-двойственным методом внутренней точки [7].

Пример. Решим задачу (4) для $n = 2$ и $m = 5$, значения a^i и r_i^2 приведены в табл. 1. В задаче (4) четыре локальных максимума. Решение задачи (5) $\lambda = (0; 0,009127; 0,180158; 0,792853; 0,017872)$. После подстановки этих значений в формулу $x(\lambda)$, определим точку глобального максимума $x^* = (-1,4946337; 2,9538614)$ задачи (4). Разрыв двойственности в этой задаче больше нуля $\|x(l)\|^2 = 10,9592$, $g(l) = 11,69398$. Активным в точке x^* будет третье и четвертое ограничение. Решим для этих ограничений линейную систему уравнений

$$x^* - \sum \lambda(x^* - a^i) = 0,$$

получим оптимальные множители Лагранжа $\lambda^* = (0; 0; 0,183541; 0,79583; 0)$. Для этих множителей разрыв двойственности будет равен нулю $g(\lambda^*) = \|x^*\|^2 = 10,9592$.

Таблица 1 – Исходные данные для примера

a^1	a^2	r^2
4	3	40
-2	2	35
-2	-2,5	30
0,5	0,5	10
-1	2	25

Если в двойственной задаче (5) не учитывать ограничений прямой задачи (так делается во всех двойственных методах), то получим более точную оценку $g(\lambda) = 11,68853$, но после вычисления $x(\lambda)$ получим $\|x(\lambda)\|^2 = 13,08578$, причем точка $x(\lambda)$ будет недопустимой для ограничений прямой задачи. Таким образом, традиционное решение двойственной задачи позволяет

получить только верхнюю оценку целевой функции прямой задачи, но не несет никакой информации о точке глобального максимума задачи (1). Поэтому использование точной квадратичной регуляризации является существенным, так как ограничения прямой задачи будут выпуклыми для двойственной задачи.

Выводы. В работе общая квадратичная задача преобразована с помощью точной квадратичной регуляризации к максимизации нормы вектора на выпуклом множестве. Для решения последней задачи используется модификация двойственного метода, позволяющая получить точное решение исходной задачи.

Список использованных источников

1. Horst R. Global Optimization: Deterministic Approaches / R. Horst, Н. Tuy. – 3rd ed. – Berlin : Springer–Verlag, 1996. – 727 p.
2. Essays and surveys in Global optimization / ed. by C. Audet, P. Hansen, G. Savard. – Springer Science+Business Media, Inc. – 2005. – 301 p.
3. Ye Y. Semidefinite programming / Y. Ye. – Stanford University, 2003. – 161 p.
4. Шор Н. З. Квадратичные экстремальные задачи и недифференцируемая оптимизация / Н. З. Шор, С. И. Стеценко. – Киев : Наук. думка, 1989. – 205 с.
5. Kenneth V. P. Differential Evolution. A Practical Approach to Global Optimization / V. P. Kenneth, R. M. Storn, J. A. Lampinen. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2005. – 542 p.
6. Косолап А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап – Днепрпетровск : ПГАСА, 2015 – 164 с.
7. Nocedal J. Numerical optimization / Nocedal J., Wright S. J. // Springer, 2006. – 685 p.

УДК 519.85

ОПТИМАЛЬНОЕ РЕЗЕРВИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ МИНИМАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ

А. И. Косолап, д. ф.-м. н., профессор;

А. А. Довгополая, аспирант

*Украинский государственный химико-технологический университет
apivkos@ua.fm*

В работе рассматривается задача обеспечения надежности систем управления посредством резервирования ее элементов.

Показано, что заданная надежность системы управления достигается при минимальной надежности ее элементов. Для решения задачи используется метод точной квадратичной регуляризации.

Kosolap A. I., Dovgopola A. A. We consider a problem of maintenance of reliability of control systems by means of reservation of elements. It is shown, that set reliability of a control system is reached at minimum reliability of its elements. For the solution of a problem we use a method of exact quadratic regularization.

Ключевые слова: НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ОПТИМАЛЬНОЕ РЕЗЕРВИРОВАНИЕ, ТОЧНАЯ КВАДРАТИЧНАЯ РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ.

Keywords: RELIABILITY OF THE CONTROL SYSTEM, OPTIMUM RESERVATION, EXACT QUADRATIC REGULARIZATION.

Большинство сложных систем функционируют под управлением систем регулирования. От надежности систем регулирования зависит надежность работы сложной системы. Этой теме посвящено много исследований [1]. Надежность сложной системы управления зависит от надежности ее элементов, структурной схемы, а также количества резервных элементов. Увеличение резервных элементов повышает надежность системы управления, но увеличивает ее стоимость и вес. Поэтому такие системы строятся по критерию минимальной стоимости при условии, что обеспечивается заданная вероятность безотказной работы всей системы. Как правило, вероятность безотказной работы элементов может быть рассчитана. Проблемы возникают при расчете числа резервных элементов. Так как вероятность безотказной работы системы определяется сложной мультипликативной функцией, то соответствующая оптимизационная задача будет содержать множество локальных минимумов, что затрудняет ее численное решение. Задача усложняется также тем, что переменные должны принимать целочисленные значения. Существующие методы решения таких задач эффективны только для малых размерностей. Ситуация изменилась после разработки нового метода точной квадратичной регуляризации

[2] для решения многоэкстремальных задач, который был успешно использован авторами для решения задач оптимального резервирования.

Постановка задачи и ее решение. Рассмотрим задачу оптимального резервирования элементов

$$\min \left\{ c^T x \mid \prod_{i=1}^n R_i(x_i) \geq R, w^T x \leq W, x \in N, x \in E^n \right\}, \quad (1)$$

где c – вектор стоимости элементов, $R_i(x_i)$ – вероятности безотказной работы i -го элемента, w – вектор веса элементов, R – требуемая вероятность системы управления, W – ограничение на вес, N – множество натуральных чисел, x – n -мерный вектор евклидова пространства E^n , компоненты которого равны числу резервных элементов. Функции $R_i(x_i)$ равны

$$R_i(x_i) = 1 - (1 - r_i)^{x_i},$$

где r_i – время безотказной работы i -го элемента. В общем случае, формула для расчета вероятности безотказной работы системы управления может иметь более сложную структуру.

Использование точной квадратичной регуляризации преобразует задачи (1) к виду

$$\begin{aligned} \max \left\{ \|z\|^2 \mid c^T x + s + (r-1)\|z\|^2 \leq d, -\prod_{i=1}^n R_i(x_i) + r\|z\|^2 \leq d, \right. \\ \left. w^T x \leq W, \sum_{i=1}^n (1 - \cos(2\pi x_i)) + r\|z\|^2 \leq d, x \geq 0 \right\}, \quad (2) \end{aligned}$$

где вектор $z = (x, x_{n+1})$, параметр s удовлетворяет условию

$$s \geq \|x^*\|^2 - c^T x^*,$$

где x^* – решение задачи (1), а параметр $r > 0$ выбирается таким, чтобы ограничения задачи (2) были выпуклые. Последнему ограничению задачи (2) удовлетворяют только целочисленные значения x .

В задаче (2) необходимо найти минимальное значение переменной $d = d_{min}$ при котором ее решение z^* удовлетворяет условию $r \|z^*\|^2 = d_{min}$. Такое значение d_{min} находим методом дихотомии. Будем увеличивать значение переменной $d = d_0 + h$ ($h > 0$) и для каждого такого значения d , решать задачу (2). При увеличении d значение $r \|z\|^2 - d$ будет монотонно возрастать. Поэтому методом дихотомии легко найти значение d , для которого будет выполняться равенство $r \|z\|^2 = d$. Если найденное значение d минимальное, то задача (1) решена. В противном случае, найдена только точка локального максимума задачи (2). Для нахождения глобального максимума использовалась вариация параметра r .

Задача (2) решалась при фиксированных вероятностях r_i . Затем значения r_i уменьшались до тех пор, пока задача (1) имела решение. Для большинства проведенных численных экспериментов заданная надежность системы $R = 0,98$ обеспечивалась надежностью ее элементов порядка $r_i = 0,7$.

Список использованных источников

1. Birolini A. Reliability Engineering: Theory and Practice / A. Birolini. – Springer, 2014. – 630 p.
2. Косолап А. И. Глобальная оптимизация. Метод точной квадратичной регуляризации / А. И. Косолап – Днепропетровск : ПГАСА, 2015 – 164 с.

УДК 681.3:61

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ЛЕКСИЧЕСКОГО СПИСКА В КОМПЬЮТЕРНОМ ПРОТОКОЛЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ-ВРАЧА

В. В. Костра

*Институт технической механики НАНУ и ГКАУ
kostra@list.ru*

В статье рассматриваются подходы к оценке использования разработанного интерактивного лексического списка в компьютерных протоколах пользователя врача.

Kostra V. V. Use of medical lexical list in physician workplace. In the article are discussed interactive uses of medical lexical list in physician workplace.

Ключевые слова: АРМ-ВРАЧА, ИНТЕРАКТИВНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ, ЛЕКСИЧЕСКИЙ СПИСОК.

Keywords: PHYSICIAN WORKPLACE, INTERACTIVE, LEXICAL LIST

Для автоматизации заполнения компьютерных протоколов в программном обеспечении автоматизированного рабочего места врача были созданы (совместно с медицинскими специалистами) различные справочники с медицинской лексикой (терминологические словоформы и словосочетания в структурированных списках). В программном обеспечении был реализован интерактивный режим работы со списками. Использование таких лексических словарных компонент облегчает формирование медицинских текстовых описаний и обеспечивает формализацию профессиональных медицинских знаний пользователя-врача. С другой стороны, такое использование структурированной лексики рассматривается автором как вариант составления абсолютно любых видов записей, в противовес использования в медицинских системах шаблонных диалоговых форм с отдельными полями ввода данных.

Исследование использования лексических списков основано на методах тестирования программного обеспечения. Предлагается собирать параметры о действиях пользователя в процессе работы с лексическим списком и редактированием текста. К таким показателям можно отнести: длительность работы со списком, количество выбранных позиций в списке, скорость движения по списку, количество символов в составленном тексте, длительность редактирования текста, паузы в действиях пользователя, итоговое количество символов в редактируемом тексте. Например, с помощью списка врач-офтальмолог за 3,5 мин. выбирает 40 строк в списке и получает протокол осмотра, состоящий из 1 600 символов (если такой объем текста вводить вручную, то при скорости 0,3 с на один символ пользователь потратил бы 8 мин.).

Собираемые параметры позволяют провести анализ действий пользователя (необходимо определять, сколько тратится времени в «чистом виде» на рутинную работу со списком), что позво-

ляет изучить приемы работы пользователей, и сформулировать рекомендации по структурированию медицинской терминологии в списках.

При оценки показателей работы выделялись действия конкретного пользователя, и его результаты составления медицинского документа, т. е. пользователь решал одну конкретную задачу. Исследуя решение этой задачи можно сделать общее наблюдение – в операции составления медицинского текста существует последовательность действий, при которой их длительность для конкретного пользователя является минимальной. С другой стороны на последовательность действий пользователя влияет объем обрабатываемой информации, который нужно ввести в компьютер, и каждый раз (т. е. для каждого следующего пациента) этот набор информации будет иным.

Проведенная работа по оценки использования лексических списков дает рекомендации по разработке эффективных экранных интерфейсов взаимодействия пользователя врача с медицинским программным обеспечением.

УДК 538.93

ДО ПРОБЛЕМ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СУБДИFUЗІЙНОГО ІМПЕДАНСУ В ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИХ СИСТЕМАХ

П. П. Костробій, д. ф.-м. н., професор
НУ «Львівська політехніка»

Б. М. Маркович, к. ф.-м. н., доцент
НУ «Львівська політехніка»

М. В. Токарчук, д. ф.-м. н., професор
НУ «Львівська політехніка»

Інститут фізики конденсованих систем НАН України

О. В. Візнович, асистент кафедри ПМ
НУ «Львівська політехніка»
oleksandraviznovych@gmail.com

Розглянуто модель субдифузійного імпедансу на основі рівняння Кеттано у дробових похідних. Розраховано діаграми Найквіста із зміною параметрів τ , α та D_α .

Viznovych O. V. To the problems of mathematical modeling subdiffusive impedance in the electrolytic systems. The model of subdiffusive impedance is considered on the basis of equalization of

Kettano in fractional derivatives. The diagrams of Nyquist are expected with the change of parameters τ , α , and D_α .

Ключові слова: ДІАГРАМА НЕЙКВІСТА, СУБДИФУЗИЯ, ІМПЕДАНС.

Key words: DIAGRAMS OF NEQUIST, SUBDYFFUSIYA, IMPEDANSE.

Дослідження фізичних процесів та їх мікроскопічні моделі у періодичних неорганічно/органічних клатратах є актуальними [1]. Зокрема, були отримані діаграми Найквіста, побудовані для напрямку, перпендикулярного до шарів розширеної матриці GaSe з інкапсульованим β – циклодекстрином, які свідчать про особливість фракталізованої гостьової системи та аномальні процеси переносу. До аномальних явищ в електролітичних процесах відноситься субдифузія. Субдифузія характеризується часовою залежністю середнього квадрату зміщення частинки $\langle \Delta x^2 \rangle = 2D_\alpha t^\alpha / \Gamma(1 + \alpha)$, де D_α є субдифузійний коефіцієнт, виміряний в одиницях m^2 / c^α і α є параметром субдифузії зі значенням в діапазоні $0 < \alpha < 1$. Для $\alpha = 1$ ми маємо звичайну дифузію. У роботі [2] для опису субдифузійних процесів було запропоновано рівняння Кеттано

$$\tau \frac{\partial^2 C(x,t)}{\partial t^2} + \frac{\partial C(x,t)}{\partial t} = D_\alpha \frac{\partial^{1-\alpha}}{\partial t^{1-\alpha}} \frac{\partial^2 C(x,t)}{\partial x^2}, \quad (1)$$

у якому параметри D_α і τ (час на який потік затримується відносно градієнту концентрації $c(x,t)$) розглядаються як незалежні один від одного. Ми будемо моделювати [3] імпеданс електрохімічної системи $Z(i\omega)$, що знаходиться з співвідношення

$$Z(i\omega) = R_w \frac{C(0,i\omega)}{j(0,i\omega)}, \quad \text{де } R_w \text{ – опір Варбурга, } j(0,i\omega) \text{ – потік}$$

заряду, ω – частота. На основі розв'язків рівняння Кеттано (1) із застосуванням перетворення Лапласа був розрахований імпеданс із зміною частоти $\omega \in (10^{-1}, 10^5)$, при $R_w = 1$, $L = 1$ і подані на рис. 1–4. Ми провели розрахунки діаграм Найквіста коли

$\alpha = 0,6$, $\alpha = 0,8$ при відповідних значеннях субдифузійного коефіцієнта $D_\alpha = 0,5$ і $D_\alpha = 1$ із зміною часу τ . Як бачимо із рисунків поведінка діаграм Найквіста із зміною параметрів τ , α та коефіцієнта дифузії D_α дуже сильно змінюється. Ми спостерегаємо певну стабільність процесів переносу носіїв заряду (електронів, дирок), яка якісно відтворює результати експериментальних досліджень [1]. Для в'яснення такої поведінки параметрів τ, α, D_α і їх вплив на імпедансні залежності необхідний розвиток мікроскопічної теорії процесів переносу, яка б враховувала характер взаємодії електронів у мультишарових наноструктурах при дії зовнішніх полів (магнітного, електромагнітного).

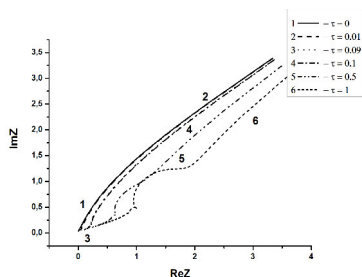


Рисунок 1 – Діаграма Найквіста $D_\alpha = 0,5$ $\alpha = 0,6$ при різних значеннях τ

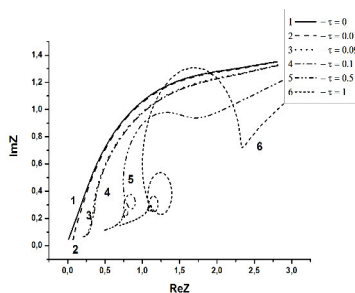


Рисунок 2 – Діаграма Найквіста $D_\alpha = 0,5$ $\alpha = 0,8$ при різних значеннях τ

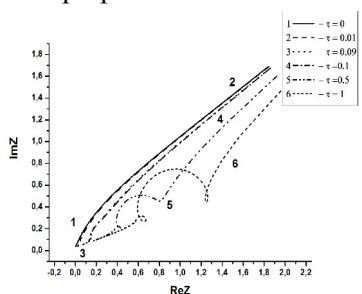


Рисунок 3 – Діаграма Найквіста $D_\alpha = 1$ $\alpha = 0,6$ при різних значеннях τ

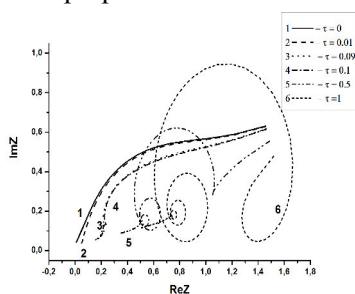


Рисунок 4 – Діаграма Найквіста $D_\alpha = 1$ $\alpha = 0,8$ при різних значеннях τ

Список використаних джерел

1. Фізичні процеси та їх мікроскопічні моделі в періодичних неорганічно/органічних клатратах / Григорчак І. І., Костробій П. П., Стасюк І. В., Токарчук М. В., Величко О. В., Іващишин Ф. О., Маркович Б. М. – Львів, Вид. Растр-7, 2015. – 285 с.
2. Kosztolowicz T. // J Phys. A: Math. Theor. – 2009. – Vol. 42. – P. 055004(1-14).
3. Kostrobij P. P., Grygorchak I. I., Ivaschyshyn F. O., Markovych B. M., Viznovych O., Tokarchuk M. V. // Math. Model.Comp., 2015, vol. 2, № 2. P. 154–159.

УДК 519.71

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОПОРТОВОЇ ГЕТЕРОАСОЦІАТИВНОЇ ПАМ'ЯТІ

В. Г. Красиленко, к. т. н., с. н. с., доцент, професор;

Д. В. Нікітович, н. с.

Вінницький інститут Університету «Україна»

krasilenko@mail.ru

Наводяться результати моделювання багатопортової гетероасоціативної пам'яті на основі еквівалентних моделей. Показано функціонування 12 портової ГАП з 1024 компонентними образами у вигляді зображень асоційованих пар символів навіть при їх значних, аж до 33 %, спотвореннях. Визначені параметри моделей та встановлено, що еквівалентні нелінійне зважування з урахуванням метрик еквівалентності покращує ємнісні, коригувальні показники.

Krasilenko V. G., Nikitovich D. V. Modeling and research multiport heteroassociative memory. The results of modeling multiport hetero-associative memory are shown. Showing functioning 12-port hetero-associative memory with 1024 component images as images associated pairs of symbols even when significant, up to 33 % distortion. Identified parameters of models and found that adaptive-equivalence nonlinear weighting and equivalence similarity metrics improves capacitive, corrective properties of memory.

Ключові слова: ЕКВІВАЛЕНТНІСТНА МОДЕЛЬ, БАГАТОПОРТОВА ГЕТЕРОАСОЦІАТИВНА ПАМ'ЯТЬ.

Keywords: EQUIVALENTAL MODEL, MULTIPOST HETEROASSOCIATIVE MEMORY.

Вступ, огляд, аналіз публікацій та постановка проблеми.

Відома ціла низка нейронних моделей Хопфілда, двосторонньої пам'яті, тощо, проте лише в [1] були вперше запропоновані та досліджені в [2] еквівалентнісні моделі (ЕМ) саме багатопортових автоасоціативної та гетероасоціативної пам'яті (ГАП), результати моделювання яких підтвердили, що такі ЕМ мають такі переваги як суттєве збільшення ємності пам'яті (в 3–4 рази перевищує кількість нейронів!) та можливість зберігати, розпізнавати образи значної розмірності (1–10 тисяч компонентів у векторах) при значних відсотках (до 25–30 % пікселів) ушкоджень. Поява роботи [2], де розглядалася багатопортова автоасоціативна пам'ять (БАП), стимулювала дослідження ЕМ для створення БГАП, сутність моделей та принципів побудови якої описані в роботі [3]. Але результатів її дослідження та вивчення впливу параметрів моделі на її характеристики на достатній вибірці реальних зображень не наводилося. Тому *метою роботи* є подальші дослідження та моделювання БГАП на основі ЕМ та визначення оптимальних параметрів, характеристик моделей і можливих реалізацій.

Моделювання БГАП. Для моделювання БГАП в Mathcad нами застосовувались ЕМ з адаптивно-еквівалентністним нелінійним зважуванням (АЕНЗ) [3] та як вхідні образи зображення букв у вигляді матриці розмірністю 40×32 ел., тобто кількість входів кожного з 12 портів БГАП дорівнювала 1280. Результат моделювання на рис. 1 (а, b, c) підтверджує, що при подачі на вхід БГАП набору букв (друге зображення зліва) на виході отримуємо відгук (у першому ряду п'яте зображення), де вхідній букві відповідає інша буква (букві q – буква w, букві w буква e, і так далі). В нижньому ряду показані значення сигналів нейронів прихованого прошарку, а у верхньому ряду 3-тє та 4-тє зображення є матриці еквівалентнісного і нееквівалентнісного інтегрування, після порівняння яких формується вихідний відгук. Результати показують, що навіть при завадах до 33 % усі вхідні образи (12 букв) трансформуються у вихідні асоційовані образи (12 букв), причому різниці зображення (повністю темні) свідчать про усунення в процесі розпізнавання спотворень. Як видно з представлених результатів доля ушкоджених піксе-

лів, при якій успішно розпізнаються всі букви, може досягати 30 % (рис. 1b), і лише при 40 % (рис. 1c) 2 букви з 12 залишились нерозпізнаними. Для нормальної роботи такої БГАП достатньо нелінійності 3-го порядку в ЕМ з АЕНЗ, але лише зважування вектором \vec{a} дозволяє зменшити порядок нелінійності і покращити якісні параметри БГАП.

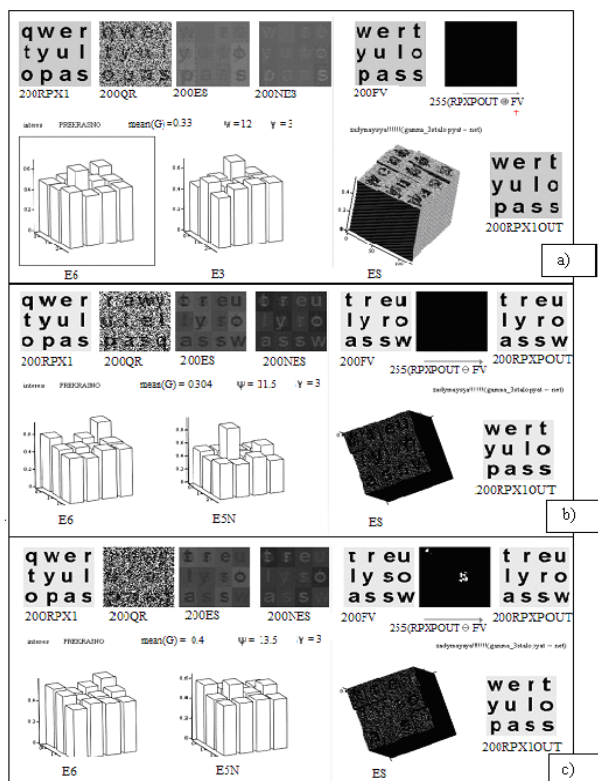


Рисунок 1 – Результати моделювання БГАП для різних спотворень

Висновки. Моделювання ЕМ та БГАП, продуктивність якої оцінюється в 10^{10} – 10^{12} операцій за секунду показують, що такі БГАП мають збільшену ємність і успішно гетероасоціативно розпізнають корельовані образи навіть при їх спотвореннях.

Список використаних джерел

1. Krasilenko V. G. Multiport optical associative memory based on matrix-matrix equivalentors / Krasilenko V. G., Magas A. T. / International Conference on Optical Storage, Imaging, and Transmission of Information, SPIE. Vol. 3055. WA 1997. – P. 137–146.
2. Krasilenko V. G., Nikolsky A. I., Yatskovskaya R. A., Yatskovsky V. I. The concept models and implementations of multiport neural net associative memory for 2D patterns / Optical Pattern Recognition XXII, SPIE Vol. 8055. WA 2011. 80550T.
3. Vladimir Krasilenko, Alexander Lazarev, Sveta Grabovlyak. Design and simulation of a multiport neural network heteroassociative memory for optical pattern recognitions, in Optical Pattern Recognition XXIII, David P. Casasent; Tien-Hsin Chao, Editors, Proceedings of SPIE Vol. 8398 (SPIE, Bellingham, WA 2012), 83980N.

УДК 681.3

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ

М. Ю. Круковський

*Інститут проблем математичних машин і систем НАНУ
max@viaduk.net*

В статті запропоновано підхід до оцінки ефективності систем електронного документообігу за допомогою моделі.

Ключові слова: *електронний документообіг, композитний документообіг, процесне керування, ефективність.*

Keywords: *electronic document management, composite docflow, workflow, efficiency.*

Модель запропонована на базі математичних дискретних моделей, розроблених Теслером Г. С. [1].

В якості теоретичної основи для розрахунку ефективності використовувалась формальна модель композитного документообігу [2]. Дані представлені по виконавцям по трьох параметрах нотації композитного документообігу – У, Д і Ф.

В таблиці налічується 84 виконавця із нульовими рядками, що є 21,5 % від загальної кількості виконавців. Такий результат є експериментальним підтвердженням тези автору щодо можливості застосування співвідношення Парето до задач електронного документообігу.

Побудуємо кількісну оцінку ефективності за допомогою графічної парадигми кількісної оцінки системи документообігу. Для цього треба відкласти значення елементів колонки Д на абсцисі, значення елементів колонки Ф на ординаті і значення елементів колонки У на аплікати.

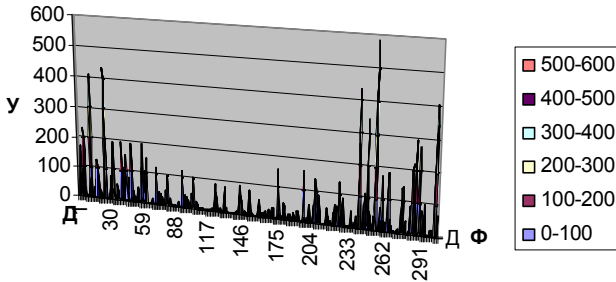


Рисунок 1 – Статистичні дані в графічній парадигмі кількісної оцінки ефективності

Розглянемо рішення, що відповідають критеріям ефективності. Оскільки цей погляд є відображенням тетраедру ефективності кількісної оцінки ефективності, то ефективні рішення лежать у трикутнику, що знаходиться вище діагоналі $\max D - \max \Phi$. Формулою оцінки це означається наступним чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\max \Phi - \frac{\max \Phi}{\max D} D_B \leq \Phi_B \leq \max \Phi}{\max D - \frac{\max D}{\max \Phi} \Phi_B \leq D_B \leq \max D} \end{array} \right.$$

Після застосування цієї формули до статистичних даних функціонування СЕД, наведений у таблиці, отримуємо виконавців, що відповідають критеріям ефективності Д-Ф.

На рис. 1 зображено погляд на тетраедр ефективності із визначенням значень множин Д і У як параметрів ефективності. У відповідності до кількісної оцінки, графічне відображення ефективних виконавців знаходиться у трикутнику, що знаходиться нижче діагоналі $\max U - \max D$. Формула ефективності в цьому погляді наступна:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\min D \leq D_B \leq \max D - \frac{\max D}{\max Y} Y_B}{\min Y \leq Y_B \leq \max Y - \frac{\max Y}{\max D} D_B} \end{array} \right.$$

Застосуємо цю формулу до даних і отримаємо виконавців, що відповідають критерію У-Д.

Парадигма кількісної оцінки ефективності трактує ефективних виконавців у відображенні у трикутнику понад діагоналі $\max Y - \max \Phi$. У вигляді формули це виражається наступним чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\max \Phi}{\max Y} Y_B \leq \Phi_B \leq \max \Phi \\ \min Y \leq Y_B \leq \frac{\max Y}{\max \Phi} Y_B \end{array} \right.$$

Комплексна формула ефективності виражається:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\max \Phi - \frac{\max \Phi}{\max D} D_B \leq \Phi_B \leq \max \Phi}{\max D - \frac{\max D}{\max \Phi} \Phi_B \leq D_B \leq \max D} \\ \frac{\min D \leq D_B \leq \max D - \frac{\max D}{\max Y} Y_B}{\min Y \leq Y_B \leq \max Y - \frac{\max Y}{\max D} D_B} \\ \left\{ \begin{array}{l} \frac{\max \Phi}{\max Y} Y_B \leq \Phi_B \leq \max \Phi \\ \min Y \leq Y_B \leq \frac{\max Y}{\max \Phi} Y_B \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Таким чином, шляхом отримання перетину множин виконавців, що є ефективними у відповідності до критеріїв Д-Ф, У-Д і У-Ф, отримуємо виконавців, що відповідають комплексному критерію ефективності.

Список використаних джерел

1. Теслер Г. С. Новая кибернетика / Теслер Г. С. – Киев : Логос, 2004. – 401 с.
2. Круковский М. Ю. Методология построения композитных систем документооборота / Теслер Г. С. // Математичні машини і системи. – 2004. – № 1. – С. 101–114.

УДК 62-52

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КВАЗИСТАТИЧЕСКИМИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

А. С. Куценко, д. т. н., профессор

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

kuzenko@kpi.kharkov.ua

Рассмотрены квазистатические термодинамические процессы с точки зрения теории управления. На основе принципа максимума получены оптимальные термодинамические циклы для различных внешних условий.

Kutsenko A. S. Optimal control of quasi-static thermodynamic processes. Quasi-static thermodynamic processes in terms of control theory are considered. Optimal thermodynamic cycles for different external conditions are obtained based on the maximum principle.

Ключевые слова: КВАЗИСТАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ.

Keywords: QUASISTATIC PROCESSES, OPTIMAL CONTROL.

Теория оптимального управления нашла множество приложений при решении задач управления, прежде всего, механическими и электромеханическими системами. На основе принципа максимума решен ряд практических задач управления космическими летательными аппаратами. Широкое применение принцип максимума нашел при решении задач оптимального управления электроприводом в различных технологических системах. В то же время первой решенной и практически реализованной задачей оптимального управления была задача об организации термодинамического цикла с максимальным

коэффициентом полезного действия, решенная С. Карно и Р. Клаузиусом. Постановка задачи о наиболее экономичном термодинамическом цикле содержала все компоненты, обусловленные современной теорией управления: математическую модель в виде множества моделей элементарных процессов, цель управления – замкнутый цикл в фазовом пространстве, ограничения в виде максимальной и минимальной температур, критерий качества – термический КПД.

Целью данной работы является попытка получения ключевых положений равновесной термодинамики на основании достижений современной теории управления и обобщение результатов на случай произвольных многомерных квазистатических процессов, имеющих место в различных энерго-технологических системах.

Можно показать, что квазистатическим процессам, которыми оперирует равновесная термодинамика, соответствует математическая модель в виде системы аффинных дифференциальных уравнений, линейных и однородных по управлениям. При этом величина каждой компоненты вектора управлений имеет смысл интенсивности некоторого воздействия на термодинамическую систему, а соответствующая ему вектор-функция задает геометрическую структуру траекторий, порождаемых этим воздействием.

Показано, что для любой, наперед заданной функции состояния $U(x)$ (энергии), можно единственным образом построить ортогональную систему функционалов (работ), сумма которых равна приращению $U(x)$ на концах произвольной фазовой траектории, полученной в результате некоторого векторного управляющего воздействия. Полученный результат можно рассматривать в качестве обобщения первого начала термодинамики.

С позиций теории управления проанализировано второе начало термодинамики в аксиоматической формулировке Каратеодори. Показано, что существование интегрирующего множителя дифференциальной формы для термического воздействия, является частным случаем неуправляемости аффинной управляемой системы с количеством управлений меньшим размерности фазового пространства. Обоснован критерий управляемости квазистатических систем, основанный на оценке размер-

ности замкнутой относительно операции коммутирования системы векторных полей, соответствующих множеству управляющих воздействий.

В заключение приведены постановки задач об оптимальном управлении простейшими термодинамическими процессами. С помощью принципа максимума получены результаты, касающиеся наиболее экономичных циклов, осуществляемых при различных ограничениях, известных из термодинамики как циклы Карно, Отто и Брайтона.

УДК 519.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАДАЧ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ НА ПЕРЕСТАНОВКАХ

М. В. Леонова, пошукач
mariay2604@rambler.ru

В статті викладено результати дослідження задач комбінаторної оптимізації, а саме: отримання симплексної форми переставного многогранника; визначення комбінаторних типів многогранників; центральна симетрія.

Leonova M. V. Research combinatorial optimization problems on permutations. The article presents the results of research combinatorial optimization problems, namely: getting simplex permutation polyhedron shape, determining the combinatorial types of polyhedrons; central symmetry.

Ключові слова: КОМБІНАТОРНІ ЗАДАЧІ, ПЕРЕСТАВНИЙ МНОГОГРАННИК.

Keywords: COMBINATORIAL PROBLEMS, PERMUTATION POLYHEDRON.

Задачі комбінаторної оптимізації є актуальним напрямком досліджень в теорії оптимізації. Істотним для розробки ефективних методів розв'язування комбінаторних задач є знання властивостей комбінаторних множин та їх опуклих оболонок – многогранників, зокрема переставного многогранника.

В ході дисертаційних досліджень нами були досягнуті наступні результати у вивченні особливостей структури переставних многогранників.

Отримана симплексна форма загального переставного многогранника, заданого незвідною системою лінійних обмежень, під якою розуміють многогранник, отриманий з многогранника початкової задачі згідно з алгоритмом перетворення задачі лінійного програмування в форму необхідну для алгоритму Кармаркара. Така форма необхідна, зокрема, для застосування алгоритму Кармаркара в методах розв'язування комбінаторних оптимізаційних задач [1].

На основі отриманої симплексної форми переставного многогранника виконана програмна реалізація алгоритму Кармаркара за допомогою середовища програмування Delphi. Проведені численні розрахунки оптимізації лінійних функцій на переставних многогранниках з різними первинними специфікаціями. Досліджено відмінності виконання алгоритму при зведеній та повній системі обмежень переставного многогранника.

Досліджена задача визначення комбінаторних типів, комбінаторної еквівалентності переставних многогранників. В результаті були виявлені наступні види еквівалентності переставних многогранників:

- f -еквівалентність,
- комбінаторна еквівалентність,
- ізоморфність діаграм Гейла для переставних многогранників.

Доведена достатня умова f -еквівалентності многогранників, а також знайдено зв'язки між різними видами еквівалентності [2, 3].

В роботі досліджена центральна симетрія переставних многогранників, зокрема обґрунтовано умови центральної симетрії вершин, ребер та i -граней многогранника. Встановлено критерій центральної симетрії вершин переставного многогранника у випадку сталості різниці двох сусідніх елементів основи мультимножини та рівності рівновіддалених елементів від кінців кортежа, який є основою цієї мультимножини.

Доведена центральна симетрія переставних многогранників, у яких мультимножини, що визначають перестановки, мають спільну основу з властивістю сталості різниці двох сусідніх елементів основи та їх первинні специфікації є кортежами, один з яких утворюється з іншого зміною порядку слідування елементів на протилежний. Показано, що многогранники, які є опуклими оболонками множин перестановок описаних вище, є

центрально симетричними. Доведена центральна симетричність переставного многогранника, коли переставляються різні елементи, що утворюють арифметичну прогресію.

На основі поняття граничного комплексу многогранника та його центральної симетрії, обґрунтовано, що однаковий комбінаторний тип мають переставні многогранники із спільною основою та первинними специфікаціями, що є симетричними відносно порядку елементів [4, 5].

Іншим аспектом досліджень були самі задачі на перестановках.

Розроблено один з алгоритмів пошуку розв'язків методом гілок та меж для задачі про призначення. Побудовано нову математичну модель задачі. Сформульовано та доведено твердження про покращення оцінки допоміжних підмножин. Детально описано способи галуження та відсікання порожніх та безперспективних підмножин [6, 7].

Розроблено класифікацію задач розкладу для одного пристрою з різними значеннями параметрів та цільовими функціями як задач оптимізації на перестановках.

Позначимо загальну задачу пошуку розкладу для одного приладу, як упорядковану четвірку $Z = (P, R, W, F)$, де $P = \{p_1, \dots, p_k\}$, $R = \{r_1, \dots, r_k\}$, $W = \{w_1, \dots, w_k\}$ – мультимножини часів обробки, часів очікування та ваги завдань відповідно.

1. Задача $Z_1 = (P_1, R, W_1, F_1)$ за умови $p_i = 1$, $w_i = 1 \forall i \in J_k$, тобто $P = P_1 = \{1, \dots, 1\}$, $W = W_1 = \{1, \dots, 1\}$. Цільова функція $F = F_1$ – мінімізація часу завершення останнього завдання.

2. Задача $Z_2 = (P_1, R, W_1, F_2)$. Цільова функція F_2 – мінімізація часу простою приладу.

3. Задача $Z_3 = (P, R, W_1, F_1)$. Цільова функція F_1 – мінімізація часу завершення останнього завдання.

4. Задача $Z_4 = (P_1, R, W_1, F_3)$. Цільова функція F_3 – мінімізація сумарного часу завершення всіх завдань.

Отримано поліноміальний спосіб розв'язання задач розкладу для приладу зі сталими тривалістю виконання та вагою завдань, з заданими значеннями часу очікування виконання завдань r_i . Показано, що упорядкування часу очікування дає оптимальний

розклад в розглянутих задачах $Z_1 - Z_4$, а отже це – ефективний спосіб розв’язування цих задач поліноміальним алгоритмом [8, 9].

В доповіді викладено нові дослідження задач оптимізації на перестановках: як в аспекті структури комбінаторних многогранників так і методів їх розв’язування.

Список використаних джерел

1. Емец О. А. Симплексная форма общего перестановочного многогранника, заданного неприводимой системой / О. А. Емец, М. В. Леонова // Проблемы управления и информатики. – 2014. – № 1. – С. 68–79.
2. Леонова М. В. До комбінаторної еквівалентності переставних многогранників / М. В. Леонова // Матеріали II Всеукраїнського наукового семінару «Комбінаторна оптимізація та нечіткі множини» (КОНЕМ-2012). – Полтава : РВВ ПУЕТ, 2012. – С. 31–36
3. Леонова М. В. К комбинаторной эквивалентности перестановочных многогранников / М. В. Леонова // Материалы Международной научной конференции «Дискретная математика, теория графов и их приложения» (г. Минск, 11–14 ноября 2013 г.). – Минск : Институт математики НАН Беларуси, 2013. – С. 29-30.
4. Леонова М. В. Центральна симетрія переставних многогранників та їх комбінаторний тип / М. В. Леонова, О. О. Ємець // Матеріали XVII Міжнародного науково-практичного семінару «Комбінаторні конфігурації та їх застосування». – (м. Кіровоград, 17–18 квітня 2015 р.). – Кіровоград, 2015. – С. 62–69
5. Ємець О. О. Симетрія переставних многогранників та їх комбінаторний тип / О. О. Ємець, М. В. Леонова // Вісник Черкаського університету. – 2014. – № 18. – С. 12–21.
6. Леонова М. В. Алгоритм розв’язування задачі про оптимальні призначення методом гілок та меж / М. В. Леонова // Штучний інтелект. – 2013. – № 2. – С. 14–20.
7. Леонова М. В. Моделювання задач складання розкладу занять у внз: огляд та різні підходи до розв’язування / М. В. Леонова // Вісник Запорізького національного університету. Фіз.-матем. науки. – 2013. – № 1. – С. 52–58.
8. Леонова М. В. Поліноміальне розв’язування задачі розкладу одного приладу / М. В. Леонова // Матеріали I Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп’ютерні технології: інновації, проблеми, рішення» (17–18 травня 2015 року). – Житомир : ЖДТУ, 2015. – С. 15–16.
9. Леонова М. В. Оптимальний розклад за наявності очікування обслуговування на одному приладі / М. В. Леонова // Вісник Запорізького національного університету : зб. наук. ст. Фіз.-матем. науки. – 2014. – № 2. – С. 82–88.

ЧИСЛОВІ ЕКСПЕРИМЕНТИ ЗА АЛГОРИТМОМ КАРМАРКАРА ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ НА ПЕРЕСТАВНОМУ МНОГОГРАННИКУ, ЗАДАНОМУ ЗВІДНОЮ ТА НЕЗВІДНОЮ СИСТЕМАМИ

М. В. Леонова, пошукач
mariay2604@rambler.ru

В статті викладено результати числових розрахунків виконання алгоритму Кармаркара для різних переставних многогранників, заданих звідними та незвідними системами.

Leonova M. V. Numerical experiments on algorithms Karmarkar to optimization in permutation polyhedron, which presented consolidated and irreducible systems. In the article are presents the results of numerical calculations of the algorithm Karmarkar for different permutation polyhedrons, which presented consolidated and irreducible systems.

Ключові слова: АЛГОРИТМ КАРМАРКАРА, ПЕРЕСТАВНИЙ МНОГОГРАННИК, НЕЗВІДНА СИСТЕМА.

Keywords: ALGORITHM KARMARKAR, PERMUTATION POLYHEDRON, IRREDUCIBLE SYSTEM.

Задачі комбінаторної оптимізації – актуальний напрямок досліджень в теорії оптимізації. Суттєвим для розробки ефективних методів є знання властивостей комбінаторних множин і їх опуклих оболонок – комбінаторних многогранників, зокрема переставного многогранника. У роботі досліджено використання алгоритму Кармаркара для симплексної форми переставного многогранника, заданого звідною та незвідною системами.

Існує кілька варіантів алгоритму Кармаркара. Ми розглянемо вихідний варіант, запропонований його автором. Кармаркар припускав, що задача лінійного програмування (ЛП) приведена до наступного вигляду:

Мінімізувати

$$z = CX$$

при обмеженнях $AX = 0$, $1X = 1$, $X \geq 0$.

Тут всі обмеження представлені у вигляді однорідних рівнянь, за винятком обмеження $1X = \sum_{j=1}^n x_j = 1$, яке визначає n -вимірний правильний симплекс. Суть алгоритму Кармаркара ґрунтується на виконанні двох умов.

1. Вектор $X = \left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)$ задовольняє умові $AX = 0$.

2. $\min z = 0$.

Оскільки незвідна система переставного многогранника має тільки необхідні обмеження, то з точки зору обчислювальної складності доцільно в алгоритмах використовувати симплексну форму переставного многогранника, яка породжується його незвідною системою.

Нами були проведені числові розрахунки виконання алгоритму Кармаркара для різних переставних многогранників, заданих звідними та незвідними системами. На основі проведених розрахунків можна зробити такі висновки: при великій вимірності незвідна система досить часто дає нестійкий обчислювальний процес або обчислення займають занадто багато часу; при звідній системі результати досягаються при менших затратах часу і мають високу точність. У табл. 1 наведено результати обчислень, зроблених за допомогою програми Delphi, що реалізує алгоритм Кармаркара.

Таблиця 1

№	Елементи мультимножини	Система з надлишковими обмеженнями (кількість ітерацій алгоритму, при якому досягається точність $\varepsilon < 0,01$)/час виконання	Незвідна система (кількість ітерацій алгоритму, при якому досягається точність $\varepsilon < 0,01$)/ час виконання
1	2	3	4
1	$G = \{0,1,3,4,4\}$	150/1 хв 27 сек	150/33 сек
2	$G = \{1,2,4,4,4\}$	Нестійкий обчислювальний процес	100/7 сек

1	2	3	4
3	$G = \{1, 4, 4, 4, 4\}$	Нестійкий обчислювальний процес	100/5 сек
4	$G = \{0, 2, 3, 4, 4, 4\}$	Нестійкий обчислювальний процес	150/1 хв 9 сек
5	$G = \{1, 4, 4, 4, 4, 4\}$	Нестійкий обчислювальний процес	100/4 сек
6	$G = \{1, 2, 3, 4, 5, 5, 5\}$	Процес обчислення перевищує 120 хв	200/20 хв 18 сек
7	$G = \{1, 2, 3, 5, 5, 5, 5\}$	Процес обчислення перевищує 120 хв	150/2 хв 14 сек

Отже, числові експерименти показали, що використання незвідної системи переставного многогранника є більш ефективним при оптимізації лінійної функції на ньому за допомогою алгоритму Кармаркара.

Список використаних джерел

1. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець – Київ: Інститут систем досліджень освіти, 1993. – 188 с.
2. Ємець О. А. Симплексная форма общего перестановочного многогранника, заданного неприводимой системой / О. А. Ємець, М. В. Леонова // Проблемы управления и информатики. – 2014. – № 1. – С. 68–79.
3. Ємець О. О. Симплексна форма загального переставного многогранника, заданого незвідною системою / О. О. Ємець, М. В. Леонова // Інформатика та системні науки (ІСН-2012): Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Полтава, 1–3 березня 2012 р.). – Полтава: ПУЕТ, 2012. – С. 89–95
4. Ємець О. О. Оптимізація лінійної функції на переставленнях: перетворення переставного многогранника до вигляду, необхідного для використання в алгоритмі Кармаркара / О. О. Ємець, Є. М. Ємець, Д. М. Ольховський // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2010. – № 2. – С. 43–49.

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РОЗКЛАДАННЯ В РЯД ФУР'Є РОЗРИВНИХ ФУНКЦІЙ ОДНІЄЇ ЗМІННОЇ

О. М. Литвин, д. ф.-м. н., професор
Українська інженерно-педагогічна академія
academ_mail@ukr.net

У доповіді пропонується в методі А. Н. Крилова підвищення точності наближення сумами Фур'є розривних функцій однієї змінної використовувати розривні сплайни.

Lytvyn O. M. Method for increasing the accuracy expansion in Fourier series of discontinuous functions of one variable. The report proposed a method A. N. Krylova improve the accuracy of approximation by Fourier sums of functions of one variable discontinuous use discontinuous splines.

Ключові слова: РОЗРИВНІ ФУНКЦІЇ, РЯДИ ФУР'Є, ПОКРАЩЕННЯ ЗБІЖНОСТІ, МЕТОД ВИДІЛЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ.

Keywords: DISCONTINUOUS FUNCTIONS, FOURIER SERIES, IMPROVING CONVERGENCE, METHOD RELEASE FEATURES.

Як відомо [1, п. 15, гл. 6], ряди Фур'є погано збігаються, деякі з них не будуть абсолютно та рівномірно збіжними. Зокрема, суми Фур'є не збігаються до функції в точках її розриву. В [2, с. 516] описаний метод академіка А. Н. Крилова для покращення збіжності тригонометричних сум Фур'є розривних функцій для випадку, якщо її точки розриву першого роду відомі. В даній доповіді пропонується для чисельної реалізації метода А. Н. Крилова підвищення точності розкладання в ряд Фур'є розривних функцій однієї змінної, використовувати розривні сплайни [3, 4]. Обговорюється також можливість його узагальнення на функції двох змінних для покращення діагнозу в комп'ютерній томографії.

Вважаємо, що функція $f(x), x \in [0, 1]$ має розриви разом із своїми похідними до порядку $1 \leq r_k \in N$ в точках $x_k, k = \overline{1, m-1}$

$$x_0 = 0 < x_1 < \dots < x_{m-1} < x_m = 1: \quad f^{(s)}(x_k - 0) = f_{k-}^{(s)} \neq f_{k+}^{(s)} = f^{(s)}(x_k + 0), \\ k = \overline{1, m-1}, s = \overline{0, r_k}.$$

$$\text{Введемо до розгляду розривний сплайн } Sp(x) = \begin{cases} \sum_{s=0}^{r_0} f^{(s)}(0) h_{1,0,r_0,r_1,s}(x) + \sum_{s=0}^{r_1} f^{(s)}(x_1 - 0) h_{0,1,r_0,r_1,s}(x), \\ 0 \leq x < x_1; \\ \sum_{s=0}^{r_p} f^{(s)}(x_k + 0) h_{1,k,r_k,r_{k+1},s}(x) + \sum_{s=0}^{r_{k+1}} f^{(s)}(x_{k+1} - 0) h_{0,k+1,r_k,r_{k+1},s}(x) \\ x_k \leq x < x_{k+1}, k = \overline{1, m-1}; \\ \sum_{s=0}^{r_{m-1}} f^{(s)}(x_{m-1} + 0) h_{1,m-1,r_{m-1},r_m,s}(x) + \sum_{s=0}^{r_m} f^{(s)}(1 - 0) h_{0,m,r_{m-1},r_m,s}(x), \\ x_{m-1} \leq x \leq 1 \end{cases}$$

де $h_{\ell,r_i,r_{i+1},s}(x), \ell = i, i+1$ – поліноми степеня $r_i + r_{i+1} - 1$ з властивостями

$$h_{\ell,r_i,r_{i+1},s}^{(p)}(x_k) = \delta_{\ell,k} \delta_{p,s}, k, \ell = i, i+1; p, s = \overline{0, r_\ell}.$$

Теорема 1. Функція $R(x) = f(x) - Sp(x)$ має властивості

$$R^{(s)}(x_k) = 0, s = \overline{0, r_k}, k = \overline{1, m-1}$$

і якщо $f_{k-}^{(s)} = f_{k+}^{(s)}, k = \overline{1, m-1}, s = \overline{r_k}, r; r \geq \max\{r_1, \dots, r_{m-1}\}$, то $R(x) \in C^r[0,1]$.

Пропонується розкласти в суму Фур'є функцію $R(x)$

$$F_n(x) = \sum_{p=-n}^n c_p e^{i2\pi px}, \quad c_p = \int_0^1 R(x) e^{-i2\pi px} dx, \quad p = \overline{-n, n}$$

і функцію $f(x)$ наближувати у вигляді суми $f(x) = Sp(x) + F_n(x)$.

Враховуючи, що $R(x) \in C^r [0,1]$, то при такому наближенні ми всі точки розриву включаємо в перший доданок $Sp(x)$, а для сум Фур'є $F_n(x)$ порядок збіжності буде, як відомо [2], $O\left(\frac{1}{n^{r+1}}\right)$.

Таким чином запропонований підхід може розглядатись, як автоматичне забезпечення збіжності ряду Фур'є до функції з відомими точками розриву функції $f(x)$. Для їх наближеного знаходження можна скористатися твердженнями робіт [3, 4]. Твердження цієї доповіді та [5] лягли в основу нового методу розв'язання плоскої задачі комп'ютерної томографії у вигляді розривного сплайну від двох змінних та суми Фур'є від функції, яка є різницею між наближуваною функції та сплайном і належить до неперервних або навіть до $r, r \geq 1$ разів неперервних функцій. При цьому коефіцієнти Фур'є обчислюються за допомогою проєкцій, що надходять з комп'ютерного томографа. Детальна розробка та дослідження цього методу буде опублікована в окремій статті.

Список використаних джерел

1. Смирнов В. И. Курс высшей математики / Смирнов В. И, 1974. – Т. 2. – 655 с.
2. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления / Фихтенгольц Г. М. – М., 1966. – Т. 3. – 656 с. с илл.
3. Литвин О. М. Наближення розривної функції за допомогою розривних сплайнів / О. М. Литвин, Ю. І. Першина // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки : зб. наук. праць. – Кам'янець-Подільський, 2010. – Вип. 3. – С. 122–131.
4. Литвин О. Н. Восстановление разрывных функций двух переменных, когда линии разрыва неизвестны (прямоугольные элементы) // Литвин О. Н., Першина Ю. И, Сергиенко И. В. // Кибернетика и системный анализ. – 2014. – № 4. – С. 126–134.
5. Литвин О. М. Реконструкція зображень з використанням скінченних сум Фур'є та Фейєра / О. М. Литвин, О. Г. Литвин // Тези конфер. ІСН-2016, ПУЕТ, Полтава 10–11.03.2016.

БАЗИСНІ ПОЛІНОМИ 5-ГО СТЕПЕНЯ НА «ОДИНИЧНОМУ» ТРИКУТНИКУ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО ПОЛІНОМА НА ДОВІЛЬНОМУ ТРИКУТНИКУ

О. М. Литвин, д. ф.-м. н., професор
Українська інженерно-педагогічна академія
academ_mail@ukr.net

Г. В. Коваленко, аспірант
Українська інженерно-педагогічна академія
vmkovalenko@ukr.net

У роботі пропонується метод побудови інтерполяційного полінома Зламала-Женішека 5-го степеня на довільному трикутнику з використанням базисних поліномів на «одичному» трикутнику.

Litvin O. M., Kovalenko G. V. Basis polynomials of the 5th degree on the "unit" triangle and its applications for construction of interpolating polynomial on an arbitrary triangle. In this paper we propose a method for constructing of interpolating polynomial of Zlamal-Zenisek 5th degree on arbitrary triangle by using basis polynomials on the "unit" triangle.

Ключові слова: ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИЙ ПОЛІНОМ ЗЛАМАЛА-ЖЕНІШЕКА 5-ГО СТЕПЕНЯ, БАЗИСНІ ПОЛІНОМИ, ДОВІЛЬНИЙ ТРИКУТНИК.

Keywords: INTERPOLATING POLYNOMIAL OF ZLAMAL-ZENISEK 5TH DEGREE, BASIS POLYNOMIALS, ARBITRARY TRIANGLE.

В останній час постійно збільшується кількість праць, присвячених побудові та дослідженню апроксимаційних властивостей інтерполяційних поліномів ермітового типу для функцій двох змінних на трикутнику. Таке підвищення інтересу до цих об'єктів обумовлено їх зручністю та ефективністю при розв'язуванні прикладних задач, пов'язаних з наближенням функцій.

Одними з перших ґрунтовних праць, в яких розвивалась теорія побудови інтерполяційних многочленів на трикутнику, є

роботи Зламала і Женішека [1; 2]. Ідеї, викладені в цих працях, дістали подальшого розвитку та поглиблення в роботах [3; 4].

У даній роботі розглядається побудова інтерполяційного полінома Зламала-Женішека 5-го степеня на довільному трикутнику. Запропонована нами схема побудови інтерполяційного полінома базується на використанні базисних поліномів на «одиничному» трикутнику (з вершинами в точках $(0,0)$, $(1,0)$, $(0,1)$). Використовуючи результати роботи [4], можна отримати явні формули для всіх 21-го базисних поліномів. Для знаходження цих базисних поліномів вважаються відомими значення інтерпольованої функції та її частинних похідних до другого порядку включно у всіх вершинах трикутника, а також значення похідних у напрямку внутрішньої нормалі до сторін трикутника, які обчислені в серединах цих сторін. Ці базисні поліноми володіють певними інтерполяційними властивостями, що дозволяє записати інтерполяційний поліном у вигляді такої лінійної комбінації базисних поліномів, що коефіцієнти при них в точності дорівнюють або значенням функції, або значенням її частинних похідних до другого порядку включно в вершинах трикутника, або значенням похідних у напрямку внутрішньої нормалі до сторін трикутника, обчислені в серединах цих сторін.

Базисні поліноми на довільному трикутнику визначаються як композиція базисних поліномів на «одиничному» трикутнику і лінійних функцій, які задають афінне перетворення площини, що переводить довільний трикутник в «одиничний». Але при цьому коефіцієнти при них у виразі для інтерполяційного полінома не будуть точно дорівнювати значенням інтерпольованої функції та її певних похідних. Для знаходження частини цих коефіцієнтів було розглянуто допоміжний оператор інтерполяції $Sf(x, y)$. Цей оператор задається як лінійна комбінація базисних поліномів, отриманих на основі 18 базисних поліномів для «одиничного» трикутника, які стоять при значеннях інтерпольованої функції та її частинних похідних. Отримано вирази для коефіцієнтів оператора $Sf(x, y)$, при яких він задовольняє інтерполяційним умовам: його значення і значення його частинних похідних (до другого порядку включно) у вершинах трикутника дорівнюють відповідним значенням інтерпольованої функції та її похідних. Основним результатом роботи є побу-

дова оператора інтерполяції $Of(x, y)$, що дорівнює сумі оператора $Sf(x, y)$ і лінійної комбінації 3 базисних поліномів, отриманих на основі базисних поліномів для «одиничного» трикутника, що стоять при значеннях похідних по нормалі інтерпольованої функції. Показано, що оператор володіє всіма інтерполяційними властивостями оператора $Sf(x, y)$ незалежно від коефіцієнтів при базисних поліномах в різниці $Of(x, y) - Sf(x, y)$. Знайдено вирази для даних коефіцієнтів, при яких $Of(x, y)$ володіє інтерполяційною властивістю: значення його похідних у напрямку внутрішньої нормалі до сторін трикутника, обчислені в середині сторін, дорівнюють відповідним похідним для інтерпольованої функції.

Список використаних джерел

1. Zenisek A. Interpolation polynomials on the triangle / A. Zenisek // Numer. Math. – 1970. – Vol. 15. – P. 283–296.
2. Zlamal M. On the finite element method / M. Zlamal // Numer. Math. – 1968. – Vol. 12. – P. 394–409.
3. Литвин О. Н. 2D кубические интерполяционные сплайны на нерегулярной сетке узлов / О. Н. Литвин, О. О. Литвин, О. И. Денисова // Компьютерная математика. – 2013. – № 1. – С. 100–109.
4. Сергиенко И. В. Явные формулы для интерполяционных сплайнов 5-й степени на треугольнике / И. В. Сергиенко, О. Н. Литвин, О. О. Литвин, О. И. Денисова // Кибернетика и системный анализ. – 2014. – Т. 50. – № 5. – С. 25–33.

УДК 519.6

РЕКОНСТРУКЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ СКІНЧЕННИХ СУМ ФУР'Є ТА ФЕЙЄРА

О. М. Литвин, д. ф.-м. н., професор
Українська інженерно-педагогічна академія
academ_mail@ukr.net

О. Г. Литвин, к. ф.-м. н., професор
Харківський національний університет радіоелектроніки
litvinog@ukr.net

У статті розглядається метод розв'язання задачі реконструкції зображень на основі використання скінчених сум

Фур'є та Фейєра, запропонований автором Литвин О. М. Ефективність методу перевірялась на різних тестових задачах.

Litvin O. M., Litvin O. G. Reconstruction of image with using the sum Fourier and and Fejer. In article are discussed method restoring a function basing on the projections given. For the solution of the problem the sum Fourier and Fejer is used. The functioning of the method has been verified using test problem. Satisfactory results have been received.

Ключові слова: РЕКОНСТРУКЦІЯ, ЗОБРАЖЕННЯ, СУМА ФУР'Є.

Keywords: RECONSTRUCTION, IMAGE, SUM FOURIER.

Задача реконструкції зображень полягає у відновленні функції $f(x, y)$ за відомими проєкційними даними – значеннями інтегралів γ_k вздовж прямих L_k , які перетинають об'єкт дослідження :

$$\int_{L_k} f(x, y) dl = \gamma_k, k = \overline{1, M}. \quad (1)$$

Надалі будемо вважати, що об'єкт дослідження належить квадрату $D = [0, 1]^2$. Цю задачу можна інтерпретувати як задачу дослідження щільності $f(x, y)$ всередині деякого тіла на площині Oxy методами рентгенівської комп'ютерної томографії. Проєкційні дані поступають з комп'ютерного томографа.

Для розв'язання задачі використано метод, запропонований автором О. М. Литвином у роботі [1]. Згідно з цим методом розв'язок задачі відшукувався у вигляді суми Фур'є.

$$f(x, y) \approx S_{N, N}(x, y) = \sum_{k=-N}^N \sum_{l=-N}^N F_{k, l} e^{i2\pi(kx+ly)}, \quad (2)$$

де коефіцієнти Фур'є обчислюються за формулою

$$F_{k, l} = \iint_0^1 f(x, y) e^{-i2\pi(kx+ly)} dx dy.$$

Особливістю і перевагою розробленого методу є те, що знайдено явні формули для наближеного обчислення коефіцієнтів

Фур'є функції двох змінних через значення проєкцій, що надходять з комп'ютерного томографа на процесор. Це звело розв'язання задачі до обчислення інтегралів. Вибір системи прямих, вздовж яких задаються проєкційні дані, а отже, і вигляд інтегралів, і вигляд формул для їх обчислення, обумовлений значеннями індексів k та l у сумі Фур'є. Для обчислення коефіцієнтів Фур'є $F_{k,l}$ за допомогою проєкцій розглядалися окремо випадки щодо знаків k та l та їх взаємного розташування.

Якщо $f(x,y)$ має розриви, пропонується використовувати також скінченну суму Фейєра у вигляді

$$S(x,y,N) = \sum_{k=-N}^N \sum_{l=-N}^N \left(1 - \frac{|k|}{N+1}\right) \left(1 - \frac{|l|}{N+1}\right) F_{k,l} e^{i2\pi(kx+ly)},$$

що обумовлено впливом явища Гіббса на результати дослідження. Як відомо, використання частинних сум Фур'є внаслідок явища Гіббса, не дозволяє отримати достатньо адекватні результати при візуалізації розривних функцій навіть тоді, коли коефіцієнти Фур'є обчислені точно.

Розглянуто тестові приклади для диференційованих, неперервних та розривних функцій з носіями у однозв'язних та багатозв'язних областях. Досліджувалась збіжність методу при різних значеннях N у сумі Фур'є (Фейєра) та кількості M проєкційних даних. Підраховувались похибки.

Приклад 1. Функція з носієм у двох областях (квадрат і круг) та у трьох областях (два еліпси та круг):

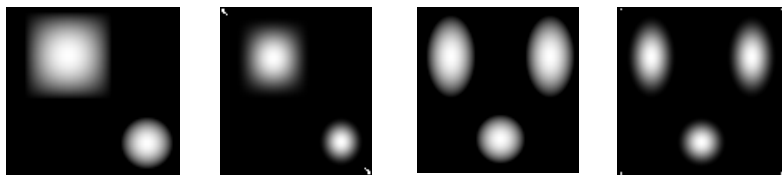


Рисунок 1 – Півтонові зображення заданої двічі диференційованої функції та відновленої функції при $N = 32$

Приклад 2. Функція $f(x,y) = p1(x,y) - p2(x,y)$ розривна.

$$p1(x,y) = \begin{cases} 1, & |x-0,5| < 0,3 \wedge |y-0,5| < 0,3 \\ 0, & |x-0,5| \geq 0,3 \vee |y-0,5| \geq 0,3 \end{cases}$$

$$p2(x, y) = \begin{cases} 0,5, & |x - 0,6| < 0,2 \wedge |y - 0,5| < 0,2 \\ 0, & |x - 0,6| \geq 0,2 \vee |y - 0,5| \geq 0,2 \end{cases}$$



Рисунок 2 – Півтонові зображення заданої функції та відновленої з використанням суми Фур'є та суми Фейера при $N = 32$

Список використаних джерел

1. Литвин О. М. Періодичні сплайни і новий метод розв'язання плоскої задачі рентгенівської комп'ютерної томографії / Литвин О. М. // Системний аналіз, управління і інформаційні технології: Вісник Харківського держ. політех. ун-ту. Збірка наукових праць. Вип. 125. – Харків: ХДПУ, 2000. – С. 27–35.
2. Литвин О. М. Математичне моделювання в комп'ютерній томографії з використанням вейвлетів / Литвин О. М., Кулик С. І. / Проблеми машинобудування. – 2008. – Т. 11, № 2. – С. 56–65.

УДК 519.8

ІНТЕРЛІНАЦІЯ ФУНКЦІЙ В МАТЕМАТИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ДЕЯКОЇ СУКУПНОСТІ КОРИСНИХ КОПАЛИН

О. О. Литвин, к. ф.-м. н., доцент

Українська інженерно-педагогічна академія

loo71@bk.ru

О. С. Чорна, асистент

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

lena1402@ukr.net

В статті розглядається задача про відновлення в кожній точці (x, y, z) між заданою системою свердловин (взагалі кажучи похилими) $\Gamma_k(z)$ скінченної множини корисних копалин або їх сполук.

Lytvyn O. O., Chorna O. S. Interlineation functions in the mathematical spatial distribution model of some set minerals In the article are discussed the problem of recovery at every point (x, y, z) between a given system of wells (generally sloping) $\Gamma_k(z)$ finite set of minerals or compounds.

Ключові слова: МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ІНТЕРЛІНАЦІЯ ФУНКЦІЙ, ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ.

Keywords: MATHEMATICAL MODEL, INTERLINEATION FUNCTIONS, SPATIAL DISTRIBUTION.

Розглянемо задачу про відновлення в кожній точці (x, y, z) між заданою системою свердловин (взагалі кажучи похилими) $\Gamma_k(z) = \{(x, y, z) : x = X_k(z), y = Y_k(z), -H \leq z \leq 0\}$ скінченної множини корисних копалин або їх сполук за даними $\gamma_{k,i}(z), k = \overline{1, M}, i = \overline{1, n}$, n -кількість сполук лінійної щільності i -го елемента в k -й свердловині на глибині $z, -H \leq z \leq 0$. Тобто, ми обмежуємося не всіма елементами періодичної таблиці, а лише n вибраними елементами.

Введемо позначення $\rho(x, y, z) = [\rho_1(x, y, z) \dots \rho_n(x, y, z)]^T$, $\rho_k = [\gamma_{k,1}(z) \dots \gamma_{k,n}(z)]^T$, де $\gamma_{k,i}(z) = \rho_i(X_k(z), Y_k(z), z), k = \overline{1, M}, i = \overline{1, n}, \rho_i(x, y, z), i = \overline{1, n}$ – щільність i -ї корисної копалини.

Введемо також до розгляду допоміжні функції $H_k(x, y, z)$, що розглянуті у працях [1–3]. Вони мають властивості $H_k(X_p(z), Y_p(z), z) = \delta_{k,p}, 1 \leq k, p \leq M$.

Тоді математичною моделлю просторового розподілу сукупності a_n фіксованих корисних копалин між вибраною системою похилих свердловин будемо називати оператор

$$OP(x, y, z) = \sum_{k=1}^M H_k(x, y, z) \rho_k(z), \quad (1)$$

$$\rho_k(z) = (\rho_{k,1}(z), \dots, \rho_{k,n}(z)), k = \overline{1, M}.$$

Введемо і дослідимо також оператори сплайн-інтерлінації матричної функції трьох змінних $\rho(x, y, z)$ на системі похилих свердловин $\Gamma_k = \{(x, y, z) : x = X_k(z), y = Y_k(z), -H \leq z \leq 0\}$, та M допоміжних функцій $h_k(t) \in C[0, 1], k = \overline{1, M}$, з властивостями $h_k(0) = 0, h_k(1) = 1, k = \overline{1, M}$, а також оператори

$$O_M f(x(z) y(z), z) = O_\mu \rho(X(z), Y(z), z) = f_{\mu_1}(z) h_{\mu_4} \left(\frac{\varphi_{\mu_2, \mu_3}(x, y, z)}{\Delta_{\mu_4, \mu_2, \mu_3}(z)} \right) +$$

$$+ f_{\mu_2}(z) h_{\mu_2} \left(\frac{\varphi_{\mu_1, \mu_3}(x, y, z)}{\Delta_{\mu_1, \mu_2, \mu_3}(z)} \right) + f_{\mu_3}(z) h_{\mu_3} \left(\frac{\varphi_{\mu_1, \mu_2}(x, y, z)}{\Delta_{\mu_1, \mu_2, \mu_3}(z)} \right),$$

$$(x(z), y(z), z) \in T_\mu \subset D, z \in [-H, 0].$$

Теорема 1. Оператор $O_M \rho(x, y, z)$ має наступні властивості:

а) він є оператором інтерлінації функцій трьох змінних на системі кривих Γ_k , тобто дозволяє обчислювати значення цієї матричної функції $O_M \rho(X_k(z), Y_k(z), z) = \gamma_k(z), -H \leq z \leq 0, k = \overline{1, M}$;

$$\rho(x, y, z) \in C \left(\bigcup_{\mu} T_{\mu} \times [-H, 0] \right) T_{\mu} \subset D \Rightarrow O_M \rho(x, y, z) \in C \left(\bigcup_{\mu} T_{\mu} \times [-H, 0] \right);$$

б) якщо деякі (або всі) функції $\rho_i(x, y, z), i = \overline{1, n}$ мають розв'язок в заданій системі точок $z_k, k = \overline{1, M}$, то і $O_M \rho(x, y, z)$ буде мати розв'язок.

Зауваження 1. Зокрема, якщо $h_k(t) = t \forall k = \overline{1, M}$, то $O_M \rho(x, y, z) = O_M f(x, y, z)$. Якщо $h_k(t) = t^2 \forall k = \overline{1, M}$, то $O_M \rho(x, y, z)$ – оператор інтерлінації матричної функцій трьох змінних $\rho(x, y, z)$.

Розглянемо для довільної $\rho(x, y, z) \in C(R^3)$ інтерлінаційні оператори

$$O_{M,\lambda}(\rho; x, y, z) = \sum_{k=1}^M \rho_k(z) \ell_{M,k,\lambda}(x, y, z), \quad \lambda \geq 1, \quad M = 2, 3, \dots,$$

$$\ell_{M,k,\lambda}(x, y, z) = \prod_{i=1, i \neq k}^M \frac{d_i(x, y, z)^\lambda}{d_{i,k}^\lambda} = \frac{\prod_{i=1, i \neq k}^M d_i(x, y, z)^\lambda}{\prod_{i=1, i \neq k}^M d_{i,k}^\lambda},$$

$$d_i(x, y, z) = \sqrt{(X_i(z) - x)^2 + (Y_i(z) - y)^2};$$

$$d_{i,k} = \sqrt{(X_i(z) - X_k(z))^2 + (Y_i(z) - Y_k(z))^2} \quad [4].$$

Теорема 2. Для кожної $\rho(x, y, z) \in C(R^3)$ виконуються співвідношення

$$O_{M,\lambda}(\rho; x, y, z) \in C(R^3)$$

$$O_{M,\lambda}(\rho; X_p(z), Y_p(z), z) = \gamma_p(z), \quad p = \overline{1, M}.$$

На основі запропонованих матричних математичних моделей можуть бути створені нові ефективні методи розвідки корисних копалин та розробки родовищ.

Список використаних джерел

1. Математичне моделювання розподілу корисних копалин між системою нерегулярно розміщених похилих свердловин методами сплайн-інтерлінації функцій / Литвин О. О., Штепа Н. І., Кулик С. І., Чорна О. С. // Проблемы машиностроения. – 2013. – Т. 16, Вип. 1. – С. 61–68.
2. Математичне моделювання 3d розподілу корисних копалин між системою нерегулярно розміщених похилих свердловин методами глобальної інтерлінації функцій / Литвин О. О., Штепа Н. І., Кулик С. І., Чорна О. С. // Проблемы машиностроения. – 2013. – Т. 16, Вип. 4. – С. 39–49.
3. Математичне моделювання розподілу корисних копалин за допомогою поліноміальних інтерлінантів на системі похилих свердловин / Литвин О. О., Штепа Н. І., Кулик С. І., Чорна О. С. // Проблемы машиностроения. – 2014. – Т. 17, Вип. 2. – С. 33–40.
4. Литвин О. М. Інтерлінація функцій та деякі її застосування / Литвин О. М. – Харків : Основа, 2002. – 544 с.

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ КОШТІВ СЕРЕД ПІДПРИЄМСТВ ОБ'ЄДНАННЯ З ВРАХУВАННЯМ ЇХНІХ ПОТРЕБ

М. Я. Марко, пошукувач

Львівський національний університет імені Івана Франка
mariamarco@gmail.com

Г. Г. Цегелик, д. ф.-м. н., професор

Львівський національний університет імені Івана Франка

У статті розглядається використання методу динамічного програмування для розв'язання задачі оптимального розподілу коштів серед підприємств об'єднання з врахуванням їхніх потреб. За критерій оптимальності приймається загальний прибуток підприємств об'єднання, одержаний в результаті отримання коштів від кожного підприємства.

Marko M., Tsegelik G. G. Problem of optimal assignment of costs among the enterprises of an association with their needs. In the article are discussed using method of dynamic programming the solution multi-step problem of optimal assignment of costs allocated by an association among enterprises belonging to an association is considered. For the optimality criterion, the aggregate profit of enterprises of an association obtained as a result of receiving costs by each enterprise is adopted.

Ключові слова: ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ КОШТІВ, МЕТОД ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ, ПІДПРИЄМСТВА ОБ'ЄДНАННЯ.

Keywords: PROBLEM OF OPTIMAL ASSIGMENT OF COSTS, METHOD OF DYNAMIC PROGRAMMING, ENTERPRISES OF AN ASSOCIATION.

В [1], використовуючи метод динамічного програмування [2, 3], побудована математична модель оптимального розподілу грошових одиниць коштів підприємствам об'єднання, де за критерій оптимальності вибрано загальний прибуток об'єднання від вкладених коштів. Там же наводиться алгоритм реалізації побудованої моделі. Разом з тим, побудована математична модель ніяк не враховує потреб підприємств об'єднання в грошових одиницях коштів (може бути випадок, що виділені кошти

підприємство не може повністю освоїти). Тому приведемо постановку задачі та її математичну модель у випадку, коли відомі потреби в грошових одиницях коштів підприємств об'єднання. Для реалізації математичної моделі також можна використати метод динамічного програмування.

Припустимо, що серед n підприємств $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$ об'єднання треба розподілити S грошових одиниць коштів. Відомо, що потреби i -го підприємства Π_i становить r_i грошових одиниць коштів. При цьому i -му підприємству може бути виділено не більше як j грошових одиниць коштів, де $j=1, 2, \dots, r_i$. В залежності від розміру виділених грошових одиниць коштів для того чи іншого підприємства одержується відповідний прибуток. Задача полягає в такому розподілі грошових одиниць коштів серед підприємств об'єднання, який забезпечує сумарний максимальний прибуток об'єднанню.

Нехай $g_i(x_j)$, $i=1, 2, \dots, n$ – величина прибутку від надання i -му підприємству Π_i грошових одиниць коштів в розмірі x_j , $j=1, 2, \dots, r_i$; x_i , $i=1, 2, \dots, n$ – кількість грошових одиниць коштів, що планується надати i -му підприємству Π_i (шукані величини). Тоді математична модель задачі матиме вигляд

$$P = \sum_{i=1}^n g_i(x_i) \rightarrow \max,$$

за умов

$$\sum_{i=1}^n x_i = S,$$

$$x_i \in \{0, 1, \dots, r_i\}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Для реалізації математичної моделі можна побудувати алгоритм, використовуючи метод динамічного програмування. При цьому вважаємо, що підприємства об'єднання впорядковані за зростанням їхніх потреб.

Нехай

$$k_i = \sum_{j=1}^i r_j, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

$$k_l \leq S < k_{l+1}, \quad l \in \{1, 2, \dots, n-1\}.$$

Тоді процес розв'язування за допомогою методу динамічного програмування буде складатись із n кроків. На першому кроці визначимо максимальний прибуток від виділення $x_j = j$, $j = 1, 2, \dots, r_1$, грошових одиниць коштів першому підприємству Π_1 . На другому кроці визначимо максимальний прибуток від використання $x_j = j$, $j = 1, 2, \dots, k_2$, грошових одиниць коштів двом підприємствам Π_1 та Π_2 і т. д. Взагалі, на s -му кроці при $s = 2, 3, \dots, l$ визначимо максимальний прибуток від виділення $x_j = j$, $j = 1, 2, \dots, k_s$, а при $s = l + 1, l + 2, \dots, n$ $x_j = j$, $j = 1, 2, \dots, S$, грошових одиниць коштів підприємствам $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_s$.

Оптимальний розподіл грошових одиниць коштів серед підприємств об'єднання визначається так. Якщо максимальний прибуток на останньому кроці досягається для $s = s_1$, то s_1 грошових одиниць коштів треба виділити для підприємства Π_n . Залишилось розподілити $S - s_1$ грошових одиниць коштів серед підприємств $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_{n-1}$. Якщо максимальний прибуток при розподілі цих коштів на $(n-1)$ -му кроці досягається для $s = s_2$, то s_2 грошових одиниць коштів треба виділити для підприємства Π_{n-1} і т. д. Нехай на другому кроці треба розподілити $S - (s_1 + s_2 + \dots + s_{n-2})$ грошових одиниць коштів серед підприємств Π_1 і Π_2 . Якщо максимальний прибуток при розподілі цих коштів на другому кроці досягається для $s = s_{n-1}$, то s_{n-1} грошових одиниць коштів треба виділити для підприємства Π_2 . Нарешті, $S - (s_1 + s_2 + \dots + s_{n-1})$ грошових одиниць коштів треба виділити для першого підприємства Π_1 .

Список використаних джерел

1. Марко М. Я. Задача оптимального розподілу коштів серед підприємств об'єднання / Марко М. Я., Цегелик Г. Г. // Матеріали VI-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології в економіці, менеджменті та освіті». – Львів. – 2015. – С. 6–9.

2. Беллман Р. Динамическое программирование / Р. Беллман. – Москва : Изд-во иностранной литературы, 1960. – 400 с.
3. Цегелик Г. Г. Математичне програмування : навч. посіб. / Г. Г. Цегелик. – Львів : Вид-во ЛНУ імені Івана Франка, – 2011. – 338 с.

УДК 004.4'2

**АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ТРЕНАЖЕРУ З
ТЕМИ «МНОГОГРАННИК ПЕРЕСТАВЛЕНЬ»
ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ
«ЕЛЕМЕНТИ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ»**

Д. А. Марченко, магістр напряму підготовки «Соціальна інформатика»

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

dima-marchean@ukr.net

О. О. Ємець, д. ф.-м. н., професор

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

yemetsli@ukr.net

Запропоновано алгоритм тренажеру для дисципліни «Елементи комбінаторної оптимізації» побудови переставного многогранника.

D. A. Marchenko, O. O. Iemets. Algorithmization of the simulator on «Permutation polyhedron» for the distance learning course «Elements of combinatorial optimization». The algorithm of the simulator for the discipline «Elements of combinatorial optimization» to construct permutation polyhedron is proposed.

Ключові слова: ТРЕНАЖЕР, ПЕРЕСТАВНИЙ МНОГОГРАННИК, КОМБІНАТОРНА ОПТИМІЗАЦІЯ.

Keywords: SIMULATOR, PERMUTATION POLYHEDRON, COMBINATORIAL OPTIMIZATION.

Основною метою роботи є алгоритмізація тренажеру з теми «Многогранник переставлень» дистанційного навчального курсу «Елементи комбінаторної оптимізації».

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

– ознайомитися з матеріалами про многогранник переставлень та його властивості;

– розробити алгоритм роботи тренажера.

Тренажер – це програма, яка на прикладі ознайомлює студента з побудовою многогранника переставлень.

Деякі кроки алгоритму роботи тренажера наведені далі.

Крок 1. Якою з двох систем описується переставний многогранник? Якщо відповідь вірна, то перехід на наступний крок, інакше – повідомлення про помилку.

Крок 2. Запишемо многогранник у першій формі. Які можливості для множини w ? Якщо відповідь вірна, то перехід на наступний крок, інакше – повідомлення про помилку.

Крок 3. Розглянувши $|w|=1$, які можливості для $|w|=2$? Якщо відповідь вірна, то перехід на наступний крок, інакше – повідомлення про помилку.

Крок 4. Запишіть нерівності для $|w|=1$. Якщо відповідь вірна, то перехід на наступний крок, інакше – повідомлення про помилку.

Крок 5. Запишіть нерівності для $|w|=2$. Якщо відповідь вірна, то перехід на наступний крок, інакше – повідомлення про помилку.

Крок 6. Запишіть нерівності для $|w|=3$. Якщо відповідь вірна, то перехід на наступний крок, інакше – повідомлення про помилку.

Крок 7. Якою з двох систем описується симетрична форма даної системи? Якщо відповідь вірна, то перехід на наступний крок, інакше – повідомлення про помилку.

Крок 8. Запишіть нерівності для $|w|=1$ в симетричній формі. Якщо відповідь вірна, то перехід на наступний крок, інакше – повідомлення про помилку.

Крок 9. Запишіть нерівності для $|w|=2$ в симетричній формі. Якщо відповідь вірна, то перехід на наступний крок, інакше – повідомлення про помилку.

Крок 10. Запишіть нерівності для $|w|=3$ в симетричній формі. Якщо відповідь вірна, то перехід на наступний крок, інакше – повідомлення про помилку.

В доповіді викладено результати алгоритмізації тренажера для дисципліни «Елементи комбінаторної оптимізації», який можна використати, вивчаючи переставний многогранник.

Список використаних джерел

1. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації : монографія / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець. – Київ : ІСДО, 1993. – 188 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/487>.
2. Емец О. А. Евклидовы комбинаторные множества и оптимизация на них. Новое в математическом программировании : учеб. пособие / О. А. Емец. – Київ : УМК ВО, 1992. – 92 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/489>.

УДК 004.67

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПОПУЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Е. С. Меньяйлов, аспирант

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт»

Evgenii.Menyailov@mail.ru

А. В. Старцева, студент

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт»

pancy95.super@mail.ru

О. А. Гайденко, аспирант

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт»

oleg-gaidenko@hotmail.com

Предложены модель и популяционный метод решения многокритериальных задач стохастической оптимизации со смешанными условиями.

Meniailov E. S., Startseva A. V. Gaidenko O. A. The model and method for solving the population multicriteria stochastic optimization problems with mixed conditions.

Ключевые слова: МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ СТОХАСТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ, ЭВОЛЮЦИОННЫЙ МЕТОД, ПОПУЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД.

Keywords: MULTIOBJECTIVE STOCHASTIC OPTIMIZATION, EVOLUTIONARY METHOD, POPULATION METHOD.

При решении практических задач оптимизации часто необходимо наблюдать за изменениями математических ожиданий и дисперсий функций выбора одновременно, не допускать превышения ими заданных значений. Для решения этой проблемы рассматриваются модели синтеза решений многокритериальных задач стохастической оптимизации со смешанными условиями (МЗСОСУ). В качестве вычислительных методов синтеза решений МЗСОСУ используются эволюционные методы [1].

В данной работе для решения задачи МЗСОСУ был применен меметический алгоритм. Пусть $M = \{m_k\}, k = 1 \dots K$ – множество мемов (стратегий). K – число стратегий (гиперэвристики). В нашем случае будем использовать: m_1 – эволюционный метод (описан в работе [1]), m_2 – рандомизированный метод прокладки путей (Randomized Path Relinking Method).

Рассмотрим особенности предлагаемой реализации рандомизированного метода прокладки путей (РМПП). Определим для текущей эпохи $p (p = 1 \dots P)$ для каждой мини-популяции $l (l = 1 \dots L)$, где L – число мини-популяций с параметрами: математическим ожиданием $M[X_l^0]$ и средним квадратическим отклонением $\sigma_{X_l}^\circ$, значения скалярной свертки функции выбора E_l [2].

Далее на множестве $\{E_l\}$ выполним отбор отсечением по правилу: $(\forall l = 1 \dots L) E_l \rightarrow \{E'_j\}, j = 1 \dots J: E'_j < E_l$.

Следующее за $X_l = (M[X_l^0], \sigma_{X_l}^\circ)$ решение, согласно РМПП, будем искать путем перемещения мини-популяции \mathbb{I} в сторону случайного решения X_j . Отбор X_j осуществлялся методом рулетки с учетом вероятности отбора, определяемой по формуле:

$$P(X_j) = \frac{f_{fit}(E'_j)}{\sum_{j=1}^J f_{fit}(E'_j)},$$

где $f_{fit}(E'_j) = \exp(-\lambda_E E'_j)$, $\lambda_E > 1$.

Движение мини-популяции с параметрами X_l в сторону более привлекательной с параметрами X_j , выбранной случайным образом с учетом вероятности отбора $P(X_j)$. На последнем этапе РМПП осуществлялась селекция новых мини-популяций с параметрами \hat{X}_l из условия:

$$if(E_l^{(p+1)} < E_l^{(p)}) then(\hat{X}_l = \hat{X}_l^{(p+1)}) else(\hat{X}_l = \hat{X}_l^{(p)}).$$

Проведено исследование эффективности популяционного метода по сравнению с эволюционным при решении тестовых задач. Разработанные модели и методы реализованы в интерактивной компьютерной системе «Concept_Pro_St[®]».

Список использованных источников

1. Трончук А. А. Математические модели и эволюционный метод решения задач стохастической оптимизации / А. А. Трончук, Е. М. Угрюмова // Вісник Харківського національного університету, зб. наук. праць. Сер.: Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління. – 2012. – Вип. 19. – № 1015. – С. 292–305.
2. Ugrumova K. M. A method synthesis of selection function scalar convolutions for the multi-objective decision-making problems with a priori uncertain data / K. M. Ugrumova, S. V. Chernysh, Ie. S. Meniaiov, M. L. Ugrumov // Вісник Харківського національного університету, зб. наук. праць. Сер.: Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління. – 2015. – Вип. 27. – С. 172–180.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СЕТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПЕЗДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Г. Я. Мозолевич, к. т. н., доцент
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. ак. В. Лазаряна
mrmozg81@mail.ru

А. В. Пугач, аспирант
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. ак. В. Лазаряна
pugach_av@mail.ru

В статье рассматривается структура функциональной имитационной модели участка железнодорожной сети, реализованной в качестве программного продукта. Изложены перспективы перехода на моделирование движения поезда в модели по координатной системе интервального регулирования.

Mozolevych H. Ya., Puhach A. V. Simulation model of section of the railway network for controlling the movement of trains, using modern information technologies. Set out the prospects for transition to the simulation of the motion of the train in a coordinate system on the interval regulation model.

Ключевые слова: ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ, СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, ИНТЕРВАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ.

Keywords: SIMULATION MODEL, QUEUING SYSTEM, INTERVAL REGULATION.

Эффективным средством анализа и оценки показателей функционирования объектов железнодорожного транспорта, их технико-технологических и экономических параметров является имитационное моделирование [1]. При этом большинство работ в этом направлении посвящены моделированию работы станций или их подсистем [2, 3], в то время как глобально оценить

эффективность тех или иных организационных решений возможно лишь рассматривая работу более крупного объекта железнодорожной сети.

Поэтому авторами была поставлена задача разработки и реализации имитационной модели железнодорожного участка для оценки эффективности применения систем управления движением поездов на базе цифрового радиоканала.

Имитационная модель рассматривает железнодорожный участок как систему массового обслуживания (СМО) со случайным входящим потоком поездов. В качестве объекта исследования был принят один из существующих участков Криворожской дирекции железнодорожных перевозок. С использованием полученных на данном объекте натуральных данных была выполнена идентификация и оценка адекватности модели. В качестве инструмента реализации модели была выбрана среда программирования Builder C++.

Результаты работы модели приведены на рис. 1. Они представляют собой график движения поездов, а также некоторые показатели работы.

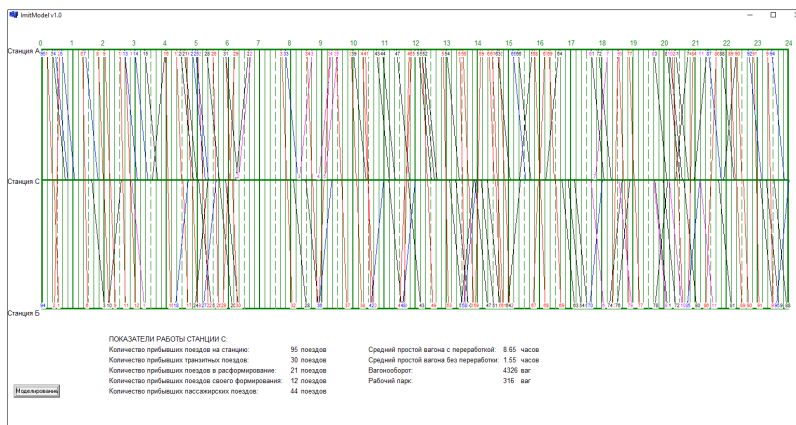


Рисунок 1 – Результаты работы имитационной модели

В представленной версии имитационной модели движение поездов по перегонам осуществляется при фиксированных блок-

участках с использованием трёхзначной автоблокировки. Перспективным направлением исследований в этой области авторы считают реализацию модели движения поезда при так называемой координатной системе интервального регулирования [4]. Она основана на принципе подвижных блок-участков, когда положение позади идущего поезда определяется на длине стационарных блок-участков, на которые разделён перегон, а координатой хвоста и динамическими характеристиками впереди идущего поезда. Данная система напрямую связана с действующими глобальными навигационными системами и уже успешно используется в ряде европейских стран. Такое исследование поможет оценить целесообразность применения этой системы организации движения поездов на объектах железнодорожного транспорта Украины.

В докладе рассмотрены результаты работы имитационной модели железнодорожного участка при фиксированных блок-участках, а также перспективы перехода на моделирование движения поезда в модели по координатной системе интервального регулирования

Список использованных источников

1. Козаченко Д. Н. Объектно-ориентированная модель железнодорожных станций / Д. Н. Козаченко // Вісник ДНУЗТ. – Д. : ДПТ, 2013. – Вип. 4. – С. 47–55.
2. Бобровский В. И. Эргатические модели железнодорожных станций / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора // Зб. наук. пр. КУЕТТ. Сер. «Трансп. системи і технології». – К., 2004. – Вип. 5. – С. 80–86.
3. Бобровский В. И. Технично-економічне управління залізничними станціями на основі ергатических моделей / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора // Інформ.-керуючі системи на залізн. трансп. – 2004. – № 6. – С. 17–21.
4. Лисенков В. М. Системы управления движением поездов на перегонах. Ч. 1 : Функциональные схемы систем / В. М. Лисенков, 207 П. и др. ; ред. В. М. Лисенкова. – Москва : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 160 с.

ПОЛИНОМИАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ ВЗВЕШЕННОГО ПАРОСОЧЕТАНИЯ В ГРАФЕ

А. В. Морозов, к. т. н., доцент

Житомирский государственный технологический университет
morozov.andriy@gmail.com

А. В. Панишев, д. т. н., профессор

Житомирский государственный технологический университет
pzs.ztu@gmail.com

В статье предлагается решение известной задачи о взвешенном паросочетании в произвольном графе H с n вершинами, путем сведения к одной из задач о паросочетании для двудольного графа с $2n$ вершинами.

Pansichev A. V., Morozov A. V. polynomial algorithm for finding the weighted matchings in a graph. A well-known problem of the weighted matching in an arbitrary graph H with n vertices is reduced to one of the problems of the matching for a bipartite graph with $2n$ vertices.

Ключевые слова: ЗАДАЧА О ПАРОСОЧЕТАНИИ, ВЗВЕШЕННОЕ ПАРОСОЧЕТАНИЕ, ДВУДОЛЬНЫЙ ГРАФ.

Keywords: THE PROBLEM OF MATCHING, WEIGHTED MATCHING, BIPARTITE GRAPH.

Пусть $H = (V, U)$ – граф, где V – множество вершин, U – множество ребер (неориентированных пар вершин). В H недопустимы петли и кратные или «параллельные» ребра.

Задача о паросочетании состоит в нахождении в заданном графе $H = (V, U)$ паросочетания с наибольшим числом ребер (максимального паросочетания). В обобщении этой задачи заданы веса ребер – неотрицательные числа, и требуется определить максимальное паросочетание графа, содержащее ребра с минимальным (максимальным) суммарным весом. Сформулированное обобщение называется задачей о взвешенном паросочетании (ЗВП).

В условии рассматриваемой здесь ЗВП задан граф $H = (V, U)$, $|V| \in n$, в котором каждое ребро $\{i, j\} \in U$ имеет вес

$c_{ij} \in R_0^+$, $i, j = \overline{1, n}$, R_0^+ – множество неотрицательных действительных чисел. Требуется найти в графе H максимальное паросочетание с минимальной суммой весов ребер.

Графу ЗВП $H = (V, U)$ соответствует симметричная матрица стоимостей (весов) ребер $C = [c_{ij}]_n$, где $c_{ij} \in R_0^+$, если $\{i, j\} \in U$ и $c_{ij} = \infty$ иначе. Эта же матрица определяет двудольный граф $D = (X, Y, E)$, где X, Y – множество вершин, $|X| = |Y| = n$, $E = \{(i, j) | i \in X, j \in Y\}$, – множество ребер с весами $c_{ij} \in R_0^+$, $|E| = 2|V|$. Отсюда следует, что для решения поставленной задачи применимы идеи поиска в ширину в двудольных графах [1]. Ребро паросочетания M , связывающее вершины v и u , обозначим $[v, u]$.

Если $(v_1, v_2, v_3, \dots, v_{2k-2}, v_{2k-1}, v_{2k})$ – увеличивающий путь относительно паросочетания M в графе H , то $P = (i_1, j_2, i_3, \dots, j_{2k-2}, i_{2k-1}, j_{2k})$ – увеличивающий путь в двудольном графе $D = (X, Y, E)$ относительно паросочетания той же мощности, что и M .

Процедура нахождения увеличивающего пути относительно текущего паросочетания базируется на следующем известном факте: если P – множество ребер увеличивающего пути относительно паросочетания M в графе H , то $M \oplus P$ – паросочетание мощности $|M| + 1$.

Допустимое решение ЗВП – это максимальное паросочетание взвешенного графа H . Поиск максимального паросочетания в H каким-либо методом завершается при выполнении условия теоремы, в следующей формулировке. Паросочетание M в графе H максимально тогда и только тогда, когда в H не существует увеличивающего пути относительно M [1].

Решением ЗВП является максимальное паросочетание M_{opt} минимальной стоимости в графе H .

Пусть $M_{k-1} = \{[i_1, j_2], [i_3, j_4], \dots, [i_{2k-3}, j_{2k-2}]\}$ – паросочетание с наименьшей суммой $C(M_{k-1})$ весов $k-1$ ребер на множестве

всех паросочетаний мощности $k-1$ в двудольном графе D , $k \geq 2$. В графе H ему взаимно однозначно соответствует паросочетание $\{[v_1, v_2], [v_3, v_4], \dots, [v_{2k-3}, v_{2k-2}]\}$. Положим $M_{k-1} = \{[i_1, j[i_1]], [i_2, j[i_2]], \dots, [i_l, j[i_l]], \dots, [i_{k-1}, j[i_{k-1}]]\}$, $i_l \neq j[i_l]$, где i_l – номер вершины множества X , $j[i_l]$ – номер вершины множества Y . В M_{k-1} все $2k-2$ вершин пронумерованы различными числами множества $\{1, 2, \dots, n\}$, $k \leq \lfloor n/2 \rfloor$.

Обозначим $M_k^1 = M_{k-1} \cup \{[i_k, j[i_k]]\}$ – паросочетание, содержащее ребро $[i_k, j[i_k]]$ с наименьшим весом среди всех ребер, которые можно присоединить к M_{k-1} , P_k – кратчайший увеличивающий путь относительно паросочетания M_{k-1} , $M_k^2 = M_{k-1} \oplus P_k$, $C(M_k^1)$ и $C(M_k^2)$ – стоимости паросочетаний M_k^1 и M_k^2 .

Лемма. Если $C(M_k^2) \leq C(M_k^1)$, то $C(M_k) = C(M_k^2)$, иначе $C(M_k) = C(M_k^1)$, M_k – паросочетание с минимальной суммой весов k ребер в графе D .

Очевидно, для некоторого k паросочетание M_k максимально. Тогда $M_{opt} = M_k$ в графе $H = (V, U)$. Предлагаемый подход к решению ЗВП состоит в пошаговом нахождении в графе H паросочетаний M_k , $k = \overline{1, M_{opt}}$, в результате построения в двудольном графе D каждого кратчайшего увеличивающего пути P_k относительно M_k , нахождения паросочетаний M_{k+1}^1 и $M_{k+1}^2 = M_k \oplus P_k$ и выбора из них M_{k+1} .

Предлагаемый подход сформулирован в виде алгоритма с временной сложностью $O(n^3)$.

Список использованных источников

1. Сергиенко И. В. Модели и методы решения на ЭВМ комбинаторных задач оптимизации / И. В. Сергиенко, М. Ф. Каспшицкая. – Киев : Наук. думка, 1981. – 288 с.

2. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець. – Киев : Ін-т системн. досліджень освіти, 1993. – 188 с.

УДК 621.23

МЕТОД ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПЕЧЕЙ РУДНОЙ ЭЛЕКТРОТЕРМИИ

В. И. Нежурин, к. т. н., доцент

В. Ю. Куваев, ст. преподаватель

Национальная металлургическая академия Украины
kuvayev@i.ua

В статье рассматривается теоретическое исследование распределения энергии в рабочем пространстве рудовосстановительной печи.

Vadim Neshurin, Victor Kuvayev. Method of the secondary sources in mathematical modeling of electrothermics ore furnace. In the article are discussed theoretical research of distributing energy in working space of electrothermics ore furnace.

Ключевые слова: РУДОВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ ПЕЧЬ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, МЕТОД ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ.

Keywords: ELECTROTHERMICS ORE FURNACE, MATHEMATICAL MODEL, METHOD OF THE SECONDARY SOURCES.

Опыт эксплуатации рудовосстановительных электропечей (РВП) показывает, что поддержание оптимального шихтового, электродного и электрического режимов конкретного технологического процесса является основой достижения максимальной технико-экономической эффективности выплавки сплава.

Данные о распределении активной мощности, плотности тока, потенциалов и температур в объеме рабочего пространства ванны получены в результате инструментальных исследований

действующих РВП [1], что дало возможность сформировать картину структуры рабочего пространства ванны.

Авторами решалась задача разработки математической модели распределения плотности тока в сечении самообжигающегося электрода и удельной активной мощности в объеме рабочего пространства ванны РВП по методу вторичных источников в форме интегральных уравнений Фредгольма II рода с привлечением экспериментальных данных действующих печей [2].

С учетом сложившихся представлений о структуре электрода была разработана его математическая модель [2], со следующими допущениями: 1) расчетная часть электрода – цилиндрическое тело длиной от верхней кромки щеки до расплава ванны; 2) щеки заменены сверхпроводящим кольцом ($\gamma_{\text{ш}} \gg \gamma_1, \gamma_2$); 3) кожухом электрода пренебрегаем; 4) тело электрода имеет две зоны проводимости $\gamma_1 < \gamma_2$; 5) принимая условие квазистационарности, поверхностным эффектом пренебрегаем. Тогда из условий осевой симметрии рассматривается меридиальное сечение электрода с подводом тока через сверхпроводящий контакт и отводом его через сверхпроводящую ванну расплавленного металла (контактную поверхность «электрод-расплав» реакционной зоны), т. е. расчетная часть электрода представляет проводник произвольной формы с двумя зонами проводимости (γ_1 и γ_2), вводом постоянного тока в обе области через сверхпроводящий контакт и выводом через такой же контакт из одной области.

Математическая модель электрода использовалась при разработке обобщенной модели распределения электрических полей в системе «самообжигающийся электрод – рабочее пространство ванны» РВП [2].

Поскольку структура реакционной зоны рабочего пространства круглой трехэлектродной РВП симметрична оси каждого электрода, исходя из условий осевой симметрии, рассматривалось меридиальное сечение электрода и реакционной зоны с подводом тока через сверхпроводящий контакт электрода, находящегося в неоднородной среде, и отводом через сверхпроводящую ванну сплава.

Алгоритм расчета поля плотности тока и удельной активной мощности в объеме ванны следующий:

1. Рассчитывается распределение вторичных источников на поверхности раздела сред с разной проводимостью γ_1 – γ_6 .

2. По распределению вторичных источников рассчитывается напряженность поля в выбранных точках сечения электрода и рабочего пространства печи.

3. Рассчитывается плотность тока (j_i) и удельная активная мощность в выбранных точках рабочего пространства ванны печи $j_i = \gamma_i \cdot E_i$ и $p_i = \gamma_i \cdot E_i^2$ с учетом зон неоднородности.

Модель распределения энергии в рабочем пространстве ванны силикомарганцевой печи типа РКГ-75 разработана для полусферической формы торца электрода и глубины его погружения в ванну печи от 1 до 1,5 м.

Результаты моделирования проверены на адекватность на лабораторной модели ванны печи РКГ-75, где выполнялось соотношение проводимостей зон неоднородности.

Анализ показывает, что значения удельных активных мощностей в выделенных точках, полученные расчетным и экспериментальным путем и представленные в относительных единицах, совпадают с инженерной точностью.

Перспективной является разработка динамической обобщенной модели электропечи, позволяющей в реальном времени определять распределение линий равной активной мощности в объеме ванны в зависимости от глубины погружения электрода и величины подводимого к нему тока.

Список использованных источников

1. Кузьменко С. Н. Определение параметров и характеристик элементов схем замещения ванн рудовосстановительных электропечей / Кузьменко С. Н., Николенко А. В. // Сталь, 2005. – № 12. – С. 35–38.
2. Математическое моделирование электрических полей печей рудной электротермии / Ольдзиевский С. А., Кравченко В. А., Нежурич В. И., Борисенко И. А. – Москва : Металлургия, 1990. – 112 с.

МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ВІДПОВІДАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

С. А. Нестеренко, д. т. н., професор;

Ан. О. Становський;

О. І. Дадерко;

О. О. Оборотова;

Хуссаїн Валід

Одеський національний політехнічний університет

sa_nesterenko@ukr.net, stanovsky@mail.ru

Існуючі на сьогоднішній день методи підтримки працездатності бездротових комп'ютерних мереж із частково недоступними до моніторингу елементами не дозволяють виявляти поточний стан їхньої структури в он-лайн режимі експлуатації. Це особливо неприйнятне для мереж спеціального призначення, наприклад, встановлених на бойових машинах розвідки.

S. Nesterenko, An. Stanovsky, O. Daderko, E. Oborotova, Waleed Hussain. Virtual mathematical model of the computer networks for special purposes structure. Existing methods of maintenance of wireless computer networks partially unavailable for the monitoring elements do not allow to identify the current state of their structure in on-line mode of operation. This is particularly unacceptable for private networks, for example, installed on military vehicles intelligence.

Ключові слова: БЕЗДРОТОВІ КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ, БОЙОВЕ ВИКОРИСТАННЯ, ПІДТРИМКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ.

Keywords: WIRELESS NETWORKS, COMBAT USE, MAINTENANCE.

В практиці дослідження надійності бездротових комп'ютерних мереж часто виникає необхідність *розпізнавання стану структури* латентної (непостережуваної, прихованої) частини останніх з метою виявлення кількості і дислокації структурних пошкоджень та оцінки працездатності мережі в цілому. Для прийняття рішення спеціаліст може розраховувати лише на

інформацію про початкову структуру мереж та про тренди деяких вимірюваних сигналів від мережі в цілому, отримані від елементів, що залишалися доступними.

Це можуть бути вимірювані на виході мережі або на її доступних елементах дані з протоколів обмінів між елементами бездротових комп'ютерних мереж, залишки сумісно оброблюваної інформації, тощо. Таким чином, після перетворення доступної інформації маємо реальний, але не до кінця відомий об'єкт – частково недоступну для спостереження пошкоджену бездротових комп'ютерних мереж – та отримуємо його віртуальну, але в деякому сенсі відому модель [1]. Зауважимо, що прийнятий термін «віртуальний об'єкт» [2] не зовсім коректний, оскільки сам об'єкт не може бути віртуальним, – він такий, «який він є», а віртуальною може бути лише модель цього об'єкта або деяка інтерпретація об'єкта «який би він міг бути, якщо б...». У той же час ці об'єкти актуальні, а не потенційні. При завершенні моделюючих процесів, що йдуть в «основній» реальності, віртуальна реальність зникає. Прикладами віртуальної реальності, широко використовуваними в науці, є простори з розмірністю більше трьох, дробновимірні простори, дробові похідні і багато іншого.

Останнім часом з'явився метод оптимізації різних процесів (механічних, гідравлічних, теплових тощо) за допомогою *методу віртуального об'єкта (МВО)* [2]. Застосуємо цей метод до процесу перерозподілу функцій елементів або реінжинірингу бездротових комп'ютерних мереж. Існуючий об'єкт не може бути неможливим, бо він завжди матеріальний. Звідси випливає, що віртуальний об'єкт можливий у двох видах: він існує (наприклад, композиційна деталь з дискретних ділянок з різними властивостями матеріалу в різних точках деталі) або його немає, але він можливий.

Інша справа – математична модель об'єкта! Вона є у практично можливого об'єкта, у теоретично можливого об'єкта, але вона може бути поширена і на неможливі об'єкти (наприклад, композиційна деталь з різними властивостями матеріалу **в одній і тій же точці** цієї деталі). Варіанти математичних моделей об'єктів різного рівня реальності їхнього існування:

– можлива математична модель реального об'єкта (ММРО) (тривіальна);

– можлива математична модель теоретично можливого, але неіснуючого або невідомого об'єкта (ММТО);

– можлива математична модель (чому б і ні, адже модель нематеріальна!) неможливого матеріального об'єкта (ММНО).

Саме в цьому значенні будемо вживати далі поняття ММРО, ММТО та ММНО. Відповідно, замість відомого терміну «метод віртуального об'єкта» (МВО) будемо використовувати новий термін «метод теоретично можливого, але невідомого об'єкта (МНО)», де під цим терміном будемо розуміти метод створення та інформаційної обробки ММТО цього об'єкта, до яких безумовно відноситься пошкоджувана та частково недоступна бездротова комп'ютерна мережа.

Список использованных источников

1. Виртуальная реальность Энциклопедия социологии / сост. А. А. Грицанов, В. Л. Абушенко, Г. М. Евелькин, Г. Н. Соколова, О. В. Терещенко. – Минск : Книжный Дом, 2003. – 131 с.
2. Багдасарьян Н. Г. Виртуальная реальность: попытка типологизации / Н. Г. Багдасарьян, В. Л. Силаева // Философские науки. – 2005. – № 6. – С. 39–58.

УДК 519.6

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ НАБЛИЖЕНОГО ІНТЕГРУВАННЯ ШВИДКООСЦИЛЮЮЧИХ ФУНКЦІЙ БАГАТЬОХ ЗМІННИХ У ВИПАДКУ РІЗНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ОПЕРАТОРІВ

*О. П. Нечуйвітер, д. ф.-м. н., доцент,
Українська інженерно-педагогічна академія
olesia_nechuiwiter@mail.ru*

*К. В. Кейта, аспірант
Українська інженерно-педагогічна академія
chervonakate@mail.ru*

Загальна ситуація побудови наближеного ε -розв'язку задачі $P \in \mathcal{P}$ при обмежених обчислювальних ресурсах може бути описана умовами [1, 2]:

$$E(I, X, Y) \leq \varepsilon \quad (1)$$

$$T(\varepsilon, I, X, Y) \leq T_0(\varepsilon), \quad (2)$$

$$M(\varepsilon, I, X, Y) \leq M_0(\varepsilon), \quad (3)$$

де ε, T_0, M_0 – задані числа, $E(I, X, Y)$ – як правило повна похибка наближеного розв'язку задачі $P \in \mathcal{P}$, яка є сумою трьох складових: $E_n(\cdot)$ – неусувної похибки або похибки за рахунок неточності вхідних даних; $E_m(\cdot)$ – похибки методу; $E_r(\cdot)$ – похибки заокруглень; X, Y – вектори параметрів, які характеризують відповідно алгоритми та комп'ютери із класів A та C ; $T(\varepsilon, I, X, Y)$, $M(\varepsilon, I, X, Y)$ – процесорний час та пам'ять комп'ютера, необхідні для обчислення наближеного розв'язку; ε , $T_0(\varepsilon)$, $M_0(\varepsilon)$ – числа, задані на основі вимог до математичного моделювання та властивостей вхідної інформації (обсяг, точність, структура, спосіб одержання). Наближений розв'язок, для якого виконується умова (1), називається ε -розв'язком, $A(\varepsilon, X, Y)$ – множина обчислювальних алгоритмів побудови ε -розв'язку в комп'ютерній моделі обчислень. Обчислювальний алгоритм, який задовольняє умови (1), (2), називається T -ефективним, $A(\varepsilon, T_0, X, Y)$ – множина T -ефективних обчислювальних алгоритмів в даній комп'ютерній моделі обчислень.

В доповіді розглянуто питання вибору та побудови обчислювальних ресурсів, а також способу ефективного їх використання при наближеному обчисленні інтегралів від швидкоосцилюючих функцій багатьох змінних деяких класів у випадку різних інформаційних операторів із заданою точністю за обмежений процесорний час, наводиться алгоритм визначення оптимальних параметрів обчислювальних алгоритмів для знаходження ε -розв'язку задачі інтегрування швидкоосцилюючих функцій декількох змінних, а також елементи відповідної комп'ютерної технології, яка реалізує послідовність кроків технологічної схеми, необхідних для забезпечення ε -розв'язку задачі з заданими значеннями характеристик якості. Отримані результати дають можливість видавати користувачеві конкретні рекомендації, виконання яких гарантує досягнення необхідної точності ε .

Список використаних джерел

1. Оптимальні алгоритми обчислення інтегралів від швидкоосцилюючих функцій та їх застосування: у 2 т. Т. 1: Алгоритми: [монографія] / І. В. Сергієнко, В. К. Задірака, О. М. Литвин, С. С. Мельникова, О. П. Нечуйвітер; Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України. – Київ: Наук. думка, 2011. – 447 с.
2. Оптимальні алгоритми обчислення інтегралів від швидкоосцилюючих функцій та їх застосування: у 2 т. Т. 2: Застосування: [монографія] / І. В. Сергієнко, В. К. Задірака, О. М. Литвин, С. С. Мельникова, О. П. Нечуйвітер; Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України. – Київ: Наук. думка, 2011. – 348 с.

УДК 004.42

О ПРОГРАМНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ВЫЧИСЛЕНИЯ МЕТРИК В ПРОСТРАНСТВЕ ПЕРЕСТАНОВОК

*Ойедаре Ойефемі Самуель, бакалавр спеціальности
«Інформатика»
Полтавський університет економіки і торгівлі*

В докладе рассматривается программная реализация вычисления метрик в пространстве перестановок.

In the report the software implementation of the metrics calculation in the permutation space are considered.

Ключевые слова: перестановки, метрики, расстояние между перестановками.

Keywords: PERMUTATION, METRICS, DISTANCE BETWEEN PERMUTATIONS.

В рамках курсового проекту по спеціальности и бакалаврской работы была поставлена задача изучения материала о перестановках, пространстве перестановок, транспозиции и инверсии в перестановках, лексикографическом упорядочивания перестановок, метриках с целью написания программы, которая вычисляет расстояние между двумя перестановками с использованием различных метрик.

Были исследованы различные метрики на пространстве перестановок [1], а именно:

- цепная;

- лексикографическая;
- алфавитная;
- инверсная;
- транспозиционная;
- численная;
- евклидова;
- метрики ρ_1, ρ_2, ρ_3 .

Для тех случаев, для которых было возможно, были составлены алгоритмы и их блок-схемы для нахождения расстояния между двумя перестановками с использованием различных метрик. Что является осуществимым для всех перечисленных выше метрик за исключением транспозиционной.

На языке объектно-ориентированного программирования Object Pascal в визуальной интегрированной среде разработки программ Delphi была написана программа нахождения расстояния между двумя перестановками по различным метрикам.

В программе предусмотрен ввод перестановок с клавиатуры и генерирование их случайным образом. Вывод результатов осуществлён в сжатом виде на экран и в подробном в текстовый файл.

Программа протестирована на примерах из [1]. Результаты работы программы совпали с ответами из [1], что говорит о корректности ее работы.

Список использованных источников

1. Стоян Ю. Г. Решение некоторых многоэкстремальных задач методом сужающихся окрестностей / Ю. Г. Стоян, В. З. Соколовский. – Київ : Наук. думка, 1980. – 208 с.

УДК 519.85

ПРО КОМБІНАТОРНУ ЗАДАЧУ ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПОТОКУ

Ю. Ф. Олексійчук, к. ф.-м. н.

Вищий навчальний заклад Укоопсліки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

olexijchuk@gmail.com

В доповіді розглядається одна комбінаторна задача знаходження оптимального потоку та її математична модель.

Oleksiichuk Yu. F. About combinatorial problem of finding an optimal flow. In the article are discussed a combinatorial problem of finding optimal flow and a mathematical model of this problem.

Ключові слова: ОПТИМІЗАЦІЯ, ОПТИМАЛЬНИЙ ПОТІК, КОМБІНАТОРНІ ЗАДАЧІ.

Keywords: OPTIMIZATION, OPTIMAL FLOW, COMBINATORIAL PROBLEMS.

Комбінаторна задача знаходження максимального потоку та методи її розв'язування досліджувалася, зокрема, в [1–4]. В [5] розглядалася комбінаторна задача знаходження потоку мінімальної вартості. В цій роботі вперше розглядається постановка ще однієї комбінаторної потокової задачі та її математична модель.

Транспортною мережею називають орієнтований граф $\Gamma = (V, U)$, в якому кожній дузі u_{ij} ставиться у відповідність її пропускна спроможність $b_{ij} \geq 0$. Вершину v_s , що має лише вихідні дуги, називають джерелом. Вершину v_t , що має лише вхідні дуги, називають стоком [6].

Потоком називають функцію $w: U \rightarrow R^1$ з наступними властивостями: 1) значення функції w на дузі u_{ij} не може перевищувати пропускну спроможність дуги, тобто $w(u_{ij}) \leq b_{ij}$; 2) збереження потоку у всіх вершинах, крім джерела і стоку, тобто $\sum_{u_{iz} \in U} w(u_{iz}) = \sum_{u_{zj} \in U} w(u_{zj}) \quad \forall z, z \neq s, z \neq t$.

Величиною потоку $|w|$ будемо називати суму значень функції w на дугах, що виходять із джерела: $\sum_{u_{si} \in U} w(u_{si}) = |w|$.

Накладемо додаткові обмеження. Припустимо, що потік по дугах $u_{ij} \in U' \subseteq U$ може приймати значення, що не перевищують деяке число $x_{ij} = g_l \in G$, тобто $w(u_{ij}) \leq x_{ij}$, де $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$

– деяка мультимножина, причому вектор з x_{ij} є розміщенням елементів з G , тобто $x = (x_{i_1j_1}, \dots, x_{i_kj_k}) \in E(G)$. Тобто розглядається транспортування потоку деякими фіксованими місткостями, які вибираються із певного заданого набору. Причому серед місткостей можуть бути й однакові.

Нехай необхідно переслати мінімум W одиниць потоку, тобто $|w| \geq W$. Причому сумарний об'єм використаних місткостей $\sum_{u_{ij} \in U'} x_{ij}$ має бути мінімальним.

Розглянемо математичну модель задачі. Значення функції $w(u_{ij})$ на дузі u_{ij} будемо позначати y_{ij} .

Цільова функція:

$$f = \min \left(\sum_{u_{ij} \in U'} x_{ij} \right) \quad (1)$$

обмеження на пропускну спроможність дуг:

$$y_{ij} \leq b_{ij} \quad (2)$$

збереження балансу у вершинах:

$$\sum_{u_{iz} \in U} y_{iz} = \sum_{u_{zj} \in U} y_{zj} \quad \forall z, z \neq s, z \neq t, \quad (3)$$

обмеження на величину потоку в мережі:

$$\sum_{u_{si} \in U} y_{si} \geq W \quad (4)$$

комбінаторні обмеження:

$$y_{ij} \leq x_{ij}, \text{ для } u_{ij} \in U', \quad (5)$$

де $x = (x_{i_1j_1}, \dots, x_{i_kj_k}) \in E_{\eta n}^k(G)$, $k = |U'|$.

Задача (1)–(5) є задачею евклідової частково комбінаторної оптимізації на розміщеннях [7]. На відміну від комбінаторної задачі знаходження максимального потоку [1–4], задача (1)–(5) в загальному випадку вона не зводиться до задачі евклідової комбінаторної оптимізації на перестановках.

В роботі вперше розглянута постановка комбінаторної поточної задачі з цільовою функцією вигляду (1) та побудована її математична модель.

Список використаних джерел

1. Емец Е. М. NP-трудность комбинаторной задачи нахождения максимального потока / Е. М. Емец, Ю. Ф. Олексійчук // Таврический вестник информатики и математики. – 2012. – № 2. – С. 36–44.
2. Ємець О. О. Комбінаторна задача знаходження максимального потоку та метод гілок та меж для її розв'язування / О. О. Ємець, Є. М. Ємець, Ю. Ф. Олексійчук // Вісник Запорізького національного університету : зб. наук. ст. Фізико-математичні науки. – 2012. – № 1. – С. 91–98.
3. Ємець О. О. Поліноміальний метод наближеного розв'язання комбінаторної задачі знаходження максимального потоку в мережі / О. О. Ємець, Є. М. Ємець, Ю. Ф. Олексійчук // Доповіді Національної академії наук України. – 2013. – № 4. – С. 33–37.
4. Олексійчук Ю. Ф. Оцінка часу роботи методу імітації відпалу для комбінаторної задачі знаходження максимального потоку / Ю. Ф. Олексійчук // Інформатика та системні науки (ІСН-2014) : матеріали V Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Полтава, 13–15 березня 2014 року). – Полтава : ПУЕТ, 2014. – С. 235–237.
5. Олексійчук Ю. Ф. Метод гілок та меж для комбінаторної задачі знаходження потоку мінімальної вартості / Ю. Ф. Олексійчук // Інформатика та системні науки (ІСН-2015) : матеріали VI Всеукраїнської наук.-практ. конф. за міжнародною участю (м. Полтава, 19–21 березня 2015 р.). – Полтава : ПУЕТ, 2015. – С. 252–254.
6. Форд Л. Потоки в сетях / Форд Л., Фалкерсон Д. – Москва : Мир, 1966. – 277 с.
7. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець. – Київ : ІСДО, 1993. – 188 с.

ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В ПОЛТАВСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ

О. В. Ольховська, к. ф.-м. н., завідувач сектору розробки електронних засобів навчання;

Д. М. Ольховський, к. ф.-м. н., провідний інженер-програміст сектору розробки електронних засобів навчання

Вищий навчальний заклад Укоопсоюз «Полтавський університет економіки і торгівлі»

lena@olhovsky.name, dmitriy@olhovsky.name

У публікації описуються технології підтримки системи дистанційного навчання в Полтавський університет економіки і торгівлі.

Olhovskiy D. M., Olhovskaya E. V. Distance learning support technology in Poltava university of economics and trade. The publication describes the distance learning support technology in Poltava university of economics and trade.

Ключові слова: СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ, НАВЧАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Keywords: DISTANCE LEARNING SYSTEM, EDUCATIONAL ENVIRONMENT, SOFTWARE.

Використання дистанційних технологій навчання в Полтавському університеті економіки і торгівля є без сумніву пріоритетним напрямом, який розвивається з 2011 року. На сьогоднішній день система дистанційного навчання (СДН) налічує близько восьми тисяч користувачів, розроблено та використовується понад 400 дистанційних курсів навчальних дисциплін. У середньому в місяць СДН відвідують 3 500 користувачів, відбувається три тисячі сеансів та близько 1 000 000 переглядів матеріалів ДК.

На сервери встановлено операційні системи сімейства Linux (дистрибутив Debian), з налаштованим системним програмним забезпеченням для роботи веб-серверу (Apache, Percona Server, Exim etc).

Система дистанційного навчання програмно адаптована до процесу навчання, доопрацювання виконані мовою програмування PHP. Адаптація стосується перш за все візуального відображення процесу виконання завдань в начальному середовищі (персональна сторінка) та системи взаємодії між сегментами навчального середовища.

Для розробки додаткових модулів та візуального оформлення використовується програмне забезпечення NetBeans, WinSCP, Notepad++.

СДН ПУЕТ є багатоступеневою та включає декілька підсистем (рис. 1).

Основний сайт СДН, з використанням якого відбувається доступ до всіх можливостей системи ДН, в залежності від повноважень користувача.

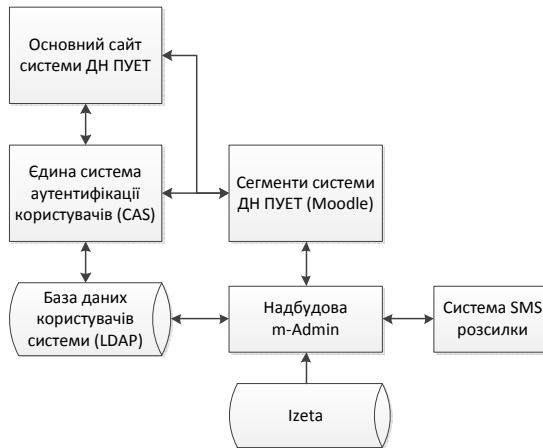


Рисунок 1 – Структурна схема системи ДН ПУЕТ

Система єдиної авторизації, що забезпечує функціонування централізованої бази даних користувачів системи та процес аутентифікації в системі ДН. В рамках цієї системи було розроблено функціонал реєстрації користувачів в системі для «відкритого доступу».

Сегменти системи ДН, які безпосередньо є середовищами для навчання студентів, загалом у кількості 6 сегментів. Окремо створено сегмент для розробників дистанційних курсів (до якого мають доступ користувачі з мінімальним рівнем викладача) та

сегмент для розробки нового функціоналу системи ДН (доступ тільки розробникам).

Службова надбудова m-Admin, що забезпечує допоміжні процеси: роботу з SMS повідомленнями, дії з користувачами, зв'язок з університетською системою iZeta тощо.

Для стабільної та безперебійної роботи наведеного комплексу дистанційного навчання ПУЕТ проводиться процес його безперервної підтримки: встановлюються оновлення, виправляються помилки та додається новий функціонал.

Для забезпечення функціонування системи дистанційного навчання використовується апаратно-програмний комплекс, який підтримується власними силами університету. У цей комплекс входить мережне обладнання, фізичні сервери, а також необхідна інфраструктура. Робота сайтів дистанційного навчання забезпечується кількома серверами:

- два сервери (Xeon E5-2420, 8 Gb RAM, 1 Tb raid 0 та Xeon E5405, 12 Gb RAM, 300 Gb raid 5), які безпосередньо обслуговують web-сервіси СДН (сегменти ДН, адміністративні програмні надбудови, система авторизації тощо);

- сервер для резервного копіювання даних;

- сервер для забезпечення роботи системи відеоконференц-зв'язку BigBlueButton (Xeon X3430, 8 Gb RAM).

Усі сервери мають надійне підключення до виділеної лінії мережі Інтернет, та підключення до локальної мережі університету. Безперебійна робота серверів забезпечується джерелом безперебійного живлення та автономний дизельний генератор.

УДК 004.4

ПРО РОЗРОБКУ ТРЕНАЖЕРІВ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ «АЛГЕБРА І ГЕОМЕТРІЯ»

Т. О. Парфьонова, к. ф.-м. н., доцент

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

tara@mail.ru

В доповіді представлено певний досвід створення тренажерів з алгебри і геометрії.

Parfonova T. O. About construction simulators for distance learning course Algebra and geometry. In speech any experience

construction simulators for course Algebra and geometry is presented.

Ключові слова: АЛГЕБРА І ГЕОМЕТРІЯ, ТРЕНАЖЕРИ, АЛГОРИТМ.

Keywords: ALGEBRA AND GEOMETRY, SIMULATOR, ALGORITHM.

Розвиток інформаційних технологій та, зокрема, дистанційної освіти, вимагає постійного пошуку методів вдосконалення в цій сфері. Одним із засобів, які сприяють підвищенню якості освіти і підготовці фахівців високого рівня є навчальні тренажери.

За останні чотири роки в рамках виконання випускових кваліфікаційних робіт студентами та викладачами кафедри ММСІ розроблено більше 50 тренажерів з дисциплін кафедри. Зокрема, з дисципліни «Алгебра і геометрія» охоплено наступні теми: «Метод Жордана-Гауса» (Овчаренко О. С.), «Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь» (Солопихін М. О., Прімов Х. Н.), «Матриці та визначники» (Алієв Ф. П.), «Пряма на площині» (Рустамов П. Р.). Із перелічених тренажерів три було розроблено під керівництвом та при участі автора доповіді. Алгоритми цих тренажерів представлені в доповіді. При реалізації програмного забезпечення для тренажерів використовувались різні мови програмування.

Одним із головних завдань є побудова чіткого та якісного алгоритму роботи тренажера. Виконання цього завдання вимагає наявності глибокого знання теоретичного матеріалу розробником програмного продукту та професійного досвіду викладача, який чітко представляє до якого рівня теоретичного і практичного засвоєння матеріалу повинен дійти студент в результаті роботи із конкретним тренажером. Крім цього, важливим є створення банку задач, які максимально охоплюють тему курсу.

Навчальні тренажери надають допомогу студенту при вивченні дисципліни, при чому досвід використання тренажерів показує, що вони необхідні не тільки в заочно-дистанційній освіті, а є достатньо ефективними при роботі з навчальним матеріалом студентів стаціонару.

Треба зазначити, що створення тренажера є з одного боку самодостатньою метою, а з іншого, якщо він розробляється студентом під керівництвом викладача, – це процес глибокого засвоєння студентом навчального матеріалу, що використовується в тренажері.

Створення навчальних тренажерів для дистанційного навчального курсу «Алгебра і геометрія» залишається актуальним. Планується продовжувати роботу в цьому напрямку.

УДК 004.65; 004.622

ЛОКАЛЬНЫЙ ПОИСК ДОКУМЕНТОВ В КОРПОРАТИВНОЙ СРЕДЕ

Ф. Г. Пашаев, PhD, ведущий научный сотрудник
Институт систем управления НАН Азербайджана
pasha.farhad@gmail.com

И. Ф. Пашаев, студент магистратуры
Азербайджанский университет архитектуры и строительства
pashayev.ilkin@gmail.com

С. Э. Пашаева, преподаватель
Нахичеванский государственный университет
pasayevasevinc5@gmail.com

Б. М. Алиева, старший преподаватель
Азербайджанский государственный экономический университет,
bastiyusifova@gmail.com

Известно, что на всех корпоративных предприятиях работа с документами выполняется с помощью систем электронного документооборота (СЭД) [1-2].

1. Включение документа в систему ЭД. При этом, если документ не в электронном формате (бумажный и т. д.), тогда создаётся электронный формат соответствующими атрибутами. Документы имеют общие атрибуты и атрибуты, которые зависят от типов документа. Несмотря на то, что различается очень много типов, с точки зрения канцелярии имеется три типа: входящие, исходящие и внутренние [3].

Общими атрибутами можно считать регистрационный номер документа, источник документа, ответственный исполнитель до-

кумента (назначается руководством предприятия), исполнители документа, код документа и т. д. При включении документа в систему, она автоматически для просмотра и назначения ответственного исполнителя направляется руководству. Все исполнители получают назначения по электронной почте. Определяется последовательность действий по выполнению документа.

Основным принципом документооборота является то, что ни у кого не должны быть локальные архивы документов. Все документы и атрибуты документов должны храниться в единой Базе Данных (БД).

Каждый исполнитель или руководители корпоративного предприятия должны иметь доступ в БД для определения состояния документа. В данной работе описана структура БД, обеспечивающая локальный поиск документа в корпоративной среде.

2. Цветовое сопровождение документа. В системе каждый этап выполнения работ по документу сопровождается определённым цветом:

- жёлтый цвет – документ ожидает просмотра;
- красный цвет – срок выполнения документа истёк;
- оранжевый цвет – документ находится в процессе обработки (выполнения);
- зелёный цвет – работы по документу выполнены.

3. В БД отражаются основные и вспомогательные атрибуты документов, с помощью которых обеспечивается взаимосвязь документов и реакция системы по запросам. Структура Базы Данных определена следующим образом:

- регистрационный номер документа (ID-doc);
- тип документа;
- происхождение документа (организация источника);
- дата поступления документа;
- ответственный исполнитель документа;
- аннотация документа. Аннотация берётся из документа (если имеется) или создаётся с помощью специального программного средства [4, 5];

– ключевые слова. Ключевые слова также берутся из документа (если имеются) или создаются с помощью специального программного средства;

– состояние выполнения работ по документу;

– срок выполнения документа;

– физическая папка оригинала. Для сохранения самого документа и сопровождающих документов большого объёма организуются отдельные соответствующие физические папки. В БД включается только адрес документа;

– физическая папка текущего документа. В ходе работ в текущий документ вносятся изменения и корректировки. Она также сохраняется в отдельной папке.

Кроме указанных основных атрибутов в зависимости от решаемых задач в БД включаются атрибуты:

– список исполнителей;

– список департаментов, где предполагается проведение работ по документу;

– документ основания с указанием адреса физической папки.

Список использованных источников

1. Фионова Л. Р. Организация и технология документационного обеспечения управления : конспект лекций / Фионова Л. Р. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. – 159 с.
2. Соколов В. С. Документационное обеспечение управления / Соколов В. С. – Москва : ФОРУМ – ИНФРА-М, 2005. – С. 233.
3. Афанасьев А. Методы управления документооборотом в организации / Афанасьев А. – Москва : Материалы конференции «Офисные Информационные Системы 96», Центр Информационных технологий, 1996.
4. Alguliev R. M. Automatic text documents summarization through sentences clustering / Alguliev R. M., Aliguliyev R. M. // Journal of Automation and Information Sciences. – 2008. – Vol. 40, № 9. – P. 53–63.
5. Lloret E. COMPENDIUM: a text summarization tool for generating summaries of multiple purposes, domains, and genres / Lloret E., Palomar M. // Natural Language Engineering. – 2013. – Vol. 19, № 2. – P. 147–186.

РОЗРОБКА ТРЕНАЖЕРУ ДЛЯ М-МЕТОДУ В ДИСТАНЦІЙНОМУ КУРСІ «МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ»

С. В. Педоренко, магістр напрямку підготовки «Соціальна інформатика»

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

pedorenko.sergsi@mail.ru

О. О. Ємець, д. ф.-м. н., професор

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

yemetsli@ukr.net

Запропоновано алгоритм тренажеру М-методу для дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій».

S. V. Pedorenko, O. O. Iemets. The construction of the simulator for the M-method for the distance course «Optimization methods and operations research». The algorithm of the simulator of the M-method for the discipline «Methods of optimization and operations research» is proposed.

Ключові слова: ТРЕНАЖЕР, М-МЕТОД, ЛІНІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ.

Keywords: SIMULATOR, M-METHOD, LINEAR PROGRAMMING.

В доповіді викладено алгоритмізація та розробка програми-тренажера для дистанційного.

Розробка програми ґрунтується на використанні Java-аплеті в середовищі NetBeans.

Тренажер являє собою програму, яка на прикладі розв'язування конкретної задачі навчає студента застосуванню М-методу.

Алгоритм тренажеру наведемо деякі кроки алгоритму тренажеру далі.

Крок 1. Чи можливо задану задачу розв'язувати М-методом?

$$F = -2x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 \rightarrow \min;$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - 2x_3 + x_4 = 24; \\ x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 22; \\ x_1 - x_2 + 2x_3 \geq 10; \end{cases}$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0.$$

Якщо відповідь «Ні», перехід на наступний крок.

Якщо відповідь «Так», на екрані з'являється повідомлення що відповідь не вірна. Перехід на наступний крок.

Крок 2. Скільки умов повинно виконуватися, щоб задача розв'язувалася М-методом?

Стає активним вікно в якому студент вводить число.

Якщо відповідь 3, то вона правильна, перехід на крок 3.

Якщо інша відповідь, то виводиться повідомлення про не правильну відповідь, і перехід на наступний крок.

Крок 3. Чи повинна задача лінійного програмування бути в канонічній формі?

З'являється вікно за двома кнопками. Перша «Так», друга «Ні».

Якщо вибрана відповідь «Так», перехід на крок 4.

Якщо ні, то виводиться повідомлення: «ЗЛП повинна бути в канонічній формі». Перехід на крок 4.

Крок 4. Чи повинні праві частини умов бути додатними?

З'являється вікно з двома кнопками. Перша «Так», друга «Ні».

Якщо користувач вибрав відповідь «Так», перехід на крок 5.

Якщо користувач вибрав відповідь «Ні», виводиться повідомлення про неправильну відповідь: «Праві частини рівнянь повинні бути додатними». Перехід на крок 5.

Крок 5. Чи повинна ЗЛП мати базисні змінні в кожному рівнянні?

З'являється вікно за двома кнопками. Перша «Так», друга «Ні».

Якщо користувач вибрав відповідь «Так», виводиться повідомлення про неправильну відповідь: «Хоча б в одному рівнянні не має бути базисної змінної». Перехід на наступний крок.

Якщо користувач вибрав відповідь «Ні», відповідь правильна, перехід на наступний крок.

Крок 6. На екрані умова задачі:

$$F = -2x_1 + 3x_2 - x_3 - x_4 \rightarrow \min;$$

$$2x_1 + x_2 - 2x_3 + x_4 = 24;$$

$$x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 22;$$

$$x_1 - x_2 + 2x_3 \geq 10;$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0.$$

Чи задана задача в канонічній формі?

На екрані дві кнопки. Перша «Так», друга «Ні».

Якщо користувач вибрав відповідь «Так», не правильна, Виводиться повідомлення: «В умовах є нерівності, задача на мінімум».

Якщо користувач вибрав відповідь «Ні», правильна, перехід на наступний крок.

Далі йдуть кроки для побудови канонічної форми задачі.

Крок 10. Як утворюється розширена задача в М-методі у випадку відсутності базису?

Варіанти відповідей:

1) в цільову функцію додається $-Mx_k$, де x_k – нова змінна задачі, а $M > 0$;

2) в кожне рівняння додається своя нова невід’ємна змінна;

3) в кожне рівняння додається своя нова невід’ємна змінна, а в цільову функцію додаються доданки $-Mx_k$, де x_k – всі нові змінні задачі, а $M > 0$;

4) своя нова невід’ємна змінна додається в кожне те рівняння, де не має базисної змінної, а в цільову функцію додаються доданки $-Mx_k$, де x_k – всі нові додані в рівняння змінні задачі, а $M > 0$.

Правильна відповідь 4.

Крок 11. Виводиться запитання «До яких з рівнянь потрібно додати змінні?».

Варіанти відповідей:

1) тільки до першого;

2) тільки до другого;

3) тільки до третього;

4) до всіх.

Якщо користувача вибере «Тільки до третього», то перехід на наступний крок, в іншому випадку виводиться повідомлення: «Змінну потрібно додати до третього рівняння, оскільки тільки в ньому немає базисної змінної».

Крок 12. Виводиться завдання «Який вигляд буде мати цільова функція розширеної задачі, якщо була:

$$2x_1 - 3x_2 + 6x_3 + 4x_4 - x_7 \rightarrow \max »$$

Варіанти відповідей:

- 1) $F = 2x_1 - 3x_2 + 6x_3 + 4x_4 + Mx_7 \rightarrow \max, M > 0;$
- 2) $F = 2x_1 - 3x_2 + 6x_3 + 4x_4 - Mx_7 \rightarrow \max, M > 0;$
- 3) $F = 2x_1 - 3x_2 + 6x_3 + 4x_4 - Mx_7 \rightarrow \min, M > 0;$
- 4) $F = Mx_1 - Mx_2 + 6x_3 + Mx_4 - Mx_7 \rightarrow \max, M > 0.$

Якщо користувач вибрав відповідь 3, то відбувається перехід на наступний крок. В іншому разі виводиться повідомлення: «До цільової функції додається елемент « $-Mx_7$ », і цільова функція буде мати такий вигляд:

$$F = 2x_1 - 3x_2 + 6x_3 + 4x_4 - Mx_7 \rightarrow \max, M > 0 ».$$

Перехід на наступний крок.

Крок 13. Чим відрізняється симплекс-таблиця в М-методі і в симплекс методі?

Варіанти відповідей:

- 1) нічим;
- 2) на один рядок більше;
- 3) на один рядок менше.

Правильна відповідь «На один рядок більше», перехід на наступний крок. Інакше з'являється повідомлення: «Помилка, правильна відповідь: на один рядок більше».

Крок 14. Що записується в остання два рядки симплекс-таблиці в М-методі?

Варіанти відповідей:

1) як і в симплекс-методі: значення цільової функції F_0 та оцінки Δ_j ;

2) в $(m + 1)$ -й рядок записуються доданки значення цільової функції F_0 та оцінок Δ_j , що не містять виразів з M , а в $(m + 2)$ -й рядок записуються коефіцієнти при M в доданках значення цільової функції F_0 та оцінок Δ_j ;

3) в $(m + 2)$ -й рядок записуються доданки значення цільової функції F_0 та оцінок Δ_j , що не містять виразів з M , а в $(m + 1)$ -й рядок записуються коефіцієнти при M в доданках значення цільової функції F_0 та оцінок Δ_j .

Правильна відповідь 2.

Крок 15. В якій стовбцець таблиці записуються інформація з виразу для F_0 ?

Варіанти відповідей:

- 1) P_0 ;
- 2) P_1 ;
- 3) P_2 .

Правильна відповідь P_0 .

Крок 13. В якій стовбцець таблиці записуються інформація з виразу для Δ_j ?

- 1) P_0 ;
- 2) $P_j, j > 0$.

Правильна відповідь P_j .

Крок 16. Заповніть шапку симплекс-таблиці.

Виводиться таблиця з полями для введення в шапці, користувач повинен ввести значення в активну комірку над P_1 . Якщо користувач ввів 2, то виводиться повідомлення: «правильно» та решта комірок заповнюється автоматично. Перехід на наступний крок. Якщо користувач ввів невірне число, то виводиться повідомлення: «Над P_1 записується коефіцієнт при x_1 в цільовій функції і так далі». Комірки над P_1, \dots, P_6 заповнюється автоматично $(-3, 6, 1, 0, 0)$, перехід на наступний крок.

Крок 17. Заповніть елемент, що стоїть над P_7 в шапці симплекс-таблиці.

Виводиться шапка таблиці з заповненими елементами комірки над P_7 . Користувачу пропонується ввести значення над P_7 . Якщо користувач ввів «-М», то перехід на наступний крок. Якщо було введено не «-М» то виводиться повідомлення: «В шапку над штучним вектором вводяться -М», перехід на наступний крок.

Далі алгоритм містить інші кроки.

В доповіді викладено алгоритмізація при розробці програми-тренажера для дистанційного курсу «Методи дослідження та дослідження оптимізації» з теми «М-метод».

Список використаних джерел

1. Ємець О. О. Методи оптимізації та дослідження операцій / О. О. Ємець, Т. О. Парфьонова. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://elib.puet.edu.ua/action.php?kt_path_info=lm.web.view&fDocumentId=670571.

ЗАСТОСУВАННЯ 3D-СЕРЕДОВИЩА ПРОГРАМУВАННЯ ALICE ПРИ ВИКЛАДАННІ JAVA-ТЕХНОЛОГІЙ У ВИЩОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ

С. О. Переяславська, к. пед. н., доцент
Луганський національний університет імені Тараса Шевченка
pereyaslav9@gmail.com

В статті розглядаються можливості застосування 3D-середовища програмування Alice під час викладання Java технологій студентам спеціальності «Програмна інженерія».

Pereyaslavska S. O. Use of the 3D-environment of programming ALICE for teaching JAVA-Technology in higher school. In the article are discussed the possibility's environment of programming ALICE for teaching JAVA-Technology of students specialty «Software Engineering».

Ключові слова: СЕРЕДОВИЩЕ ПРОГРАМУВАННЯ, ALICE, JAVA ТЕХНОЛОГІЇ.

Keywords: ENVIRONMENT OF PROGRAMMING, ALICE, JAVA TECHNOLOGY.

Використання сучасних засобів розробки програмних додатків є необхідною умовою якісної підготовки майбутніх ІТ-фахівців у вищому навчальному закладі. Одним з таких інноваційних продуктів є крос-платформне середовище Alice (остання версія – 3.2.5.0.0), що є вільно розповсюджуваним програмним забезпеченням [1].

Alice розроблялося дослідниками в університеті Карнегі Меллона (США). Метою його розробки було вирішення низки завдань в освітніх програмах [2]. А саме, більшість комерційних мов програмування є доволі складними у вивченні. За допомогою програмного середовища Alice ця проблема була розв'язана.

У Alice навчання програмуванню відбувається із застосуванням візуальних методів при роботі з інтерфейсом користувача. Інтегроване середовищем розробки (IDE) підтримує дві мови програмування – Alice і Java, та створює унікальні умови для знайомства з фундаментальними основами об'єктно-орієнто-

ваного програмування, базовими алгоритмічними конструкціями (лінійними, розгалуженими, циклічними та ін.).

Програмування у цьому середовищі є наглядним – після розробки коду відразу можна побачити результати його виконання у вигляді тривимірного анімованого об'єкту.

За допомогою Alice можна розробляти не тільки окремі 3D-об'єкти, но і проектувати віртуальні мири, що відтворюють певні поведінкові сценарії. Причому, додатком передбачено поповнення колекції 3D-об'єктів новими екземплярами, створюючи їх засобами тривимірної графіки. Це робить можливим розробку у цьому середовищі таких складних програмних продуктів, як комп'ютерні ігри або анімовані фільми-додатки [2].

Можливості інтегрованого середовища розробки дозволяють проводити аналіз вибраних 3D-моделей в контексті опису об'єктів (конструкторів, методів та властивостей) засобами Java (рис. 1).

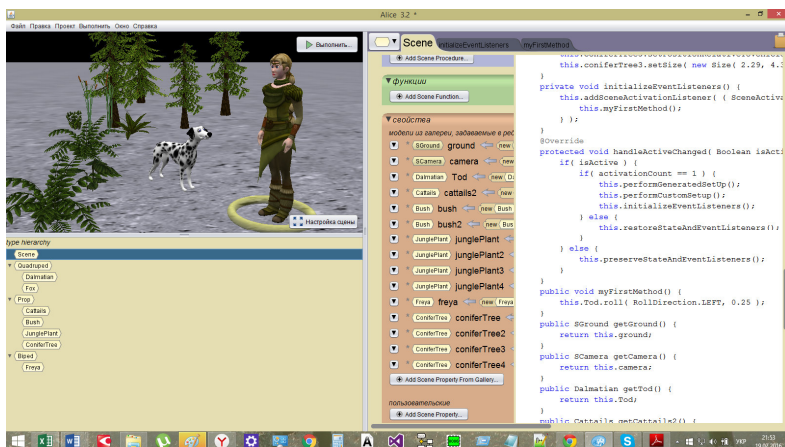


Рисунок 1 – Вікно програмного середовища Alice

Це дає можливість зрозуміти взаємозв'язок між програмними конструкціями та подіями, що відбуваються між об'єктами віртуального середовища. За бажанням, розробник проекту (студент) може застосовувати до об'єктів не тільки примітивні методи, що вбудовані в Alice (переміщення, поворот, обертання), но і розширювати функціональні можливості об'єктів за допомогою створення власних користувацьких методів.

Зазначене вище робить доцільним використання Alice під час викладання основ мови програмування Java студентам напряму підготовки «Програмна інженерія».

Застосування середовища можливе як на перших етапах вивчення Java для демонстрації понять та принципів об'єктно-орієнтовного програмування, так і під час поглибленого вивчення мови, завдяки тому, що розроблений сценарій анімованого графічного додатку можна транслювати у програмний код Java. А можливість встановлення додаткового модуля для IDE NetBeans дозволяє імпортувати проекти Alice у це популярне середовище професійної розробки Java-програм.

Таким чином, в докладі визначені основні властивості 3D-середовища програмування Alice, які мають значний педагогічний потенціал, а саме: розвиток проектної діяльності, візуалізація процесу розробки програмного продукту, формування принципів об'єктно-орієнтовного програмування. Це робить доцільним застосування Alice під час викладання Java-технологій студентам напряму підготовки «Програмна інженерія».

Список використаних джерел

1. Alice Software [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.alice.org>. – Назва з екрана.
2. Лебедева Т. Н. Alice как объектно-ориентированная среда для разработки компьютерных игр [Електронний ресурс] / Т. Н. Лебедева, С. С. Юнусова. – Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/alice-kak-obektno-orientirovannaya-sreda-dlya-razrabotki-kompyuternyh-igr>. – Назва з екрана.

УДК 519.6

ВІДНОВЛЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ СТРУКТУРИ 3D ОБ'ЄКТА ЗА ВІДОМИМИ ТОМОГРАМАМИ НА СИСТЕМІ ДОВІЛЬНИХ ПЛОЩИН

Ю. І. Першина, д. ф.-м. н., доцент
Українська інженерно-педагогічна академія
yulia_pershina@mail.ru

О. В. Шилін, аспірант
Українська інженерно-педагогічна академія
sh.alex783@gmail.com

В статті розв'язується 3D задача комп'ютерної томографії за допомогою поліноміальної інтерфлетації за відомими томограмами, що лежать на системі довільних площин.

Pershyna I. I., Shilin O. V. Restoration of internal 3D objects by known tomograms on a system of arbitrary planes. In the article is solved the problem of 3D computed tomography by means polynomial interflatation by known tomograms lying on a system of arbitrary planes.

Ключові слова: ІНТЕРФЛЕТАЦІЯ, ТОМОГРАФІЯ, ВІДНОВЛЕННЯ.

Keywords: INTERFLATATION, TOMOGRAPHY, RESTORATION.

Побудуємо оператор, який дозволить відновити просторово змінний коефіцієнт поглинання $f(x)$, $x \in R^3$ всередині 3D тіла за відомими його зображеннями (томограмами) $T_k(\bar{x})$ на системі будь-яких N перерізаних площин, які задаються наступними рівняннями

$$\Pi_k : \omega_k(x) = \sum_{p=1}^3 a_{kp} x_p - \gamma_k = 0, \quad k = \overline{1, N} \quad \sqrt{\sum_{p=1}^3 a_{kp}^2} = 1.$$

Вважаємо, що в одній точці перетинається на більше трьох площини. Введемо наступні позначення:

$$1) \tau_{ik} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_{i1} & a_{i2} & a_{i3} \\ a_{k1} & a_{k2} & a_{k3} \end{vmatrix} \quad - \text{вектор, направлений вздовж лінії}$$

перетину площин $\omega_i = 0, \omega_k = 0$;

$$2) M = \{(i, k, l) \mid \Pi_i \cap \Pi_k \cap \Pi_l = V_{ikl} = (x_{ikl1}, x_{ikl2}, x_{ikl3}) \neq \emptyset, i \neq k \neq l\},$$

де V_{ikl} – точка перетину трьох площин; M – множина точок перетину;

3) $\Gamma_{ik} = \Pi_i \cap \Pi_k \neq \emptyset$, – ребра, за якими перетинаються дві площини, на яких лежать відповідні томограми;

$$4) \Delta_{ikl} = \begin{vmatrix} a_{i1} & a_{i2} & a_{i3} \\ a_{k1} & a_{k2} & a_{k3} \\ a_{l1} & a_{l2} & a_{l3} \end{vmatrix};$$

5) $T_k(\bar{x})$ – томограма, яка лежить на площині Π_k . Нехай томограми $T_i(\bar{x}), T_k(\bar{x}), T_l(\bar{x})$ перетинаються в точці V_{ikl} . Позначимо

$$u_{li}^k(x) = V_{ikl} + \frac{\tau_{ik}}{\Delta_{ikl}} \omega_l(x) + \frac{\tau_{kl}}{\Delta_{kli}} \omega_i(x), \quad w_i(x) = V_{ikl} + \frac{\tau_{kl}}{\Delta_{kli}} \omega_i(x).$$

Теорема 1. Оператор $L_{ikl}(x) \in C(R^3)$ вигляду

$$L_{ikl}(x) = [L_{ik}^l + L_{kl}^i + L_{li}^k - L_{li}^i L_{kl}^i - L_{kl}^i L_{li}^k - L_{li}^k L_{ik}^l + L_{ik}^l L_{kl}^i L_{li}^k](x),$$

$$L_{ik}^l(x) = T_l(u_{ik}^l(x)), \quad L_{ik}^l L_{kl}^i(x) = T_l(w_k(x)),$$

$$L_{ik}^l L_{kl}^i L_{li}^k(x) = T_k(\bar{x}) \Big|_{\omega_l(x)=0, \omega_i(x)=0}.$$

є оператором інтерфлетації функції трьох змінних, побудований на трьох площинах, тобто задовольняє умовам $T_k(\bar{x}) \in C^r(R^2)$, $r \geq 0$ та умовам С. М. Нікольського, які на ребрі Γ_{kl} зводяться до перевірки рівностей

$$T_k(u_{li}^k(x)) \Big|_{\omega_l(x)=0} = T_l(u_{il}^l(x)) \Big|_{\omega_k(x)=0},$$

тобто значення томограм, на лінії перетину повинні співпадати для всіх томограм, що перетинаються. Аналогічний вигляд мають ці умови на ребрах Γ_{ik}, Γ_{li} .

Тоді для похибки наближеного відновлення внутрішньої структури $f(x)$ оператором $L_{ikl}(x)$, побудованим за допомогою даного набору площин та томограм, виконується рівність

$$R_{ikl} f(x) = \int_0^{\omega_1^i} \int_0^{\omega_2^k} \int_0^{\omega_3^l} \frac{\partial^3}{\partial t_i \partial t_k \partial t_l} f \left(V_{ikl} + \frac{\tau_{kl}}{\Delta_{kli}} t_i + \frac{\tau_{li}}{\Delta_{lik}} t_k + \frac{\tau_{ik}}{\Delta_{ikl}} t_l \right) dt_i dt_k dt_l.$$

Теорема 2. Нехай томограми $T_k(\bar{x}) \in C^r(R^2)$, $r \geq 3$ задовольняють умовам С. М. Нікольського на ребрах і в точці

перетину площин. Тоді функція $L(x) = \sum_{(i,k,l) \in M} h_{ikl}(x)L_{ikl}(x)$ є поліноміальним інтерфлетантом із властивостями $L(x) \in C^r(\Omega)$, $L(x)|_{\Pi_s} = T_s(\bar{x})$, $s = \overline{1, N}$. При цьому $\forall f(x) \in C^r(\Omega)$, $r \geq 3$, що задовольняє умовам теореми 1, виконується рівність

$$f(x) = Lf(x) + Rf(x), \quad R(x)f(x) = \sum_{(i,k,l) \in M} h_{ikl}(x)R_{ikl}f(x),$$

де $h_{ikl}(x)$ – допоміжні поліноми.

Теорема 3. Абсолютна неусувна похибка E побудованого інтерфлетанта в припущенні, що $f(x)$ на площинах Π_k , тобто відповідні томограми задані наближено δ_k , тобто

$$\left| T_k(\bar{x}) - \tilde{T}_k(\bar{x}) \right| \leq \delta_k \quad k = \overline{1, n}, \quad \text{а також} \quad \left| T_k(\bar{x})|_{\Pi_i} - \tilde{T}_k(\bar{x})|_{\Pi_i} \right| \leq \delta_{ki},$$

$$\left| T_k(\bar{x})|_{\omega_i(x)=0, \omega_l(x)=0} - \tilde{T}_k(\bar{x})|_{\omega_i(x)=0, \omega_l(x)=0} \right| \leq \delta_{kil}, \quad \text{дорівнює}$$

$$E \leq \sum_{(i,k,l) \in M} \delta_i + \delta_k + \delta_l + \delta_i \delta_k + \delta_i \delta_l + \delta_k \delta_l + \delta_i \delta_k \delta_l.$$

Список використаних джерел

1. Сергієнко І. В. Математичне моделювання в комп'ютерній томографії з використанням інтерфлетації функцій: монографія / І. В. Сергієнко, О. М. Литвин, Ю. І. Першина. – Харків, 2008. – 160 с.

УДК 621.039.05

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ НА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

В. М. Писаренко, К. Т. Н., доцент;

Н. Н. Чернышов, К. Т. Н., С. Н. С.,

В. В. Игнатенко; О. В. Соколовский; А. В. Магда

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
 teru@kture.kharkov.ua

Вопрос создания автономных систем электроснабжения на альтернативных источниках энергии привлекает большое внима-

ние не только промышленных предприятий, но и обычного населения.

Pisarenko V. M., Chernyshov N. N., Ignatenko V. V., Sokolovskiy O. V., Magda A. V. Monitoring batteries into the energy system with solar cells. Now the question of creation of autonomous power supply systems on alternative energy sources gathers the increasing and big turns not only among the industrial enterprises, but also among the usual population.

Ключевые слова: ЭНЕРГОСИСТЕМА, СОЛНЕЧНАЯ БАТАРЕЯ, КОНТРОЛЛЕРЫ.

Keywords: POWER SYSTEM, SOLAR BATTERY, CONTROLLERS.

В настоящее время вопрос создания автономных энергосистем на альтернативных источниках энергии набирает больших оборотов не только среди промышленных предприятий, но и среди обычного населения. Существует несколько схем построения таких энергосистем: в частности полностью автономная система с использованием аккумуляторных батарей ((АКБ) off-grid system); система, на АКБ совмещенная с городской сетью электроснабжения для использования ее в качестве источника бесперебойного питания (on-grid system); система, без АКБ совмещенная с городской сетью для работы по «зеленому» тарифу. Системы, основанные на использовании АКБ, требуют постоянного контроля, для чего необходимо применять специальные контроллеры. В докладе рассматриваются два типа контроллеров состояния АКБ, применяемых в системах автономного энергоснабжения. Каждый тип имеет преимущества и недостатки. Контроллеры PWM (с ШИМ модуляцией). Простейшие контроллеры, основанные на ключах, отключают источник энергии при достижении напряжения на АКБ примерно 14,4В. При напряжении на АКБ 12,5-13В, из-за саморазряда, либо использования ее энергии, к ней снова подключается солнечная батарея, и заряд возобновляется. При этом максимальный уровень заряженности АКБ составляет 60-70 %. Таким образом, не происходит регулярная зарядка и не используется большая часть энергии от фотоэлектрического модуля, а срок службы АКБ сокращается. Более совершенные контроллеры в активной стадии процесса заряда используют так называемую широтно-импульсную модуляцию ((ШИМ) PWM –

power wide modulation) тока заряда. Контроллеры с ШИМ так же поддерживают температурную компенсацию тока заряда батарей с помощью внешних датчиков для оптимального режима. При этом заряд АКБ происходит до 100 %. Контроллеры с МРРТ (Maximum power point tracker) представляют собой последнее поколение контроллеров заряда с наилучшей технологией преобразования энергии, генерируемой фотомодулями. Эти контроллеры сами выбирают оптимальное соотношение напряжения и тока, которые снимаются с фотомодулей. Такие контроллеры снимают более высокое напряжение с солнечных батарей и конвертируют его в оптимальное напряжение для заряда АКБ. Оптимальное напряжение фотомодуля почти всегда отличается от напряжения на АКБ. Для стандартного 12В – аккумулятора в течение 2–4 часов необходимо выдерживать заряд напряжением 14,4В. Эта стадия называется стадией абсорбции (насыщения). При слабой освещенности напряжение фотомодуля ниже напряжения АКБ и как следствие наблюдается отсутствие зарядки. МРРТ контроллеры повышают это напряжение. Таким образом, ШИМ контроллеры обеспечивают наиболее оптимальные режимы зарядки АКБ, в зависимости от ее заряженности и возраста. Применения МРРТ контроллеров позволяет получать от солнечных батарей на 15–30 % больше электроэнергии по сравнению с другими контроллерами. Применение этих контроллеров позволяет увеличивать выработку энергии солнечной батареей при низкой освещенности. В случае использования системы с МРРТ контроллером прирост электроэнергии в год против ШИМ контроллеров составляет около 20 %. Научная новизна доклада заключается в том, что исследованы вопросы создания автономных систем электроснабжения на альтернативных источниках энергии. Рассмотрена система с использованием АКБ (вне сетки системы), система с АКБ в сочетании с городской сетью электроснабжения для использования в качестве источника бесперебойного питания (он-сетка система) и система без АКБ в сочетании с городской сетью. Исследована возможность использования PWM и МРРТ контроллеров.

Список использованных источников

1. Lam L. T. et al. Pulsed-current charging of lead/acid batteries-a possible means for overcoming premature capacity loss // CSIRO, Australia / Journal of Power Sources 53, 1995.

2. Stevens John et al. Field Investigation of the Relationship Between Battery Size and PV System Performance // Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, presented at 14th NREL Program Review, Nov. 1996.

УДК 539.3

ЗАДАЧА О НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ БЕСКОНЕЧНОГО УПРУГОГО СЛОЯ

Д. С. Плюсов, студент

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова
plyusnovdmitrii@gmail.com

С помощью нового подхода, предложенного в работах Г. Я. Попова, построено точное решение известной задачи для слоя.

Plusnov D. S. The problem of a stress state of an infinite elastic layer. Using a new approach introduced by G. Ya. Popov, an exact solution of a well-known problem for an infinite layer has been built.

Ключевые слова: БЕСКОНЕЧНЫЙ УПРУГИЙ СЛОЙ, МАТРИЧНОЕ ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

Keywords: INFINITE ELASTIC PLAYER, MATRIX INTEGRAL TRANSFORMATION

Рассматриваемая задача решена способом, предложенным в [1].

Предполагается, что упругий слой $-\infty < x, y < +\infty, 0 \leq z \leq h$ находится либо в идеальном контакте с абсолютно жестким основанием

$$\begin{cases} w|_{z=0} = 0 \\ \tau_{zx}|_{z=0} = 0 \\ \tau_{zy}|_{z=0} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

либо жестко защемлен с ним

$$\begin{cases} u|_{z=0} = 0 \\ v|_{z=0} = 0 \\ w|_{z=0} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Здесь приняты обозначения $u = u_x(x, y, z), v = u_y(x, y, z), w = u_z(x, y, z)$ – смещения среды, μ – коэффициент Пуассона. По грани $z = h$ задана нормальная сжимающая нагрузка $p(x, y)$, которая соответствует граничным условиям

$$\begin{cases} \sigma_z|_{z=h} = p(x, y) \\ \tau_{zx}|_{z=h} = 0 \\ \tau_{zy}|_{z=h} = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Требуется найти решение уравнений равновесия [1], удовлетворяющее крайевым условиям (1–3).

На основании подхода, изложенного в [1], в рассмотрение введены новые неизвестные функции

$$z = u' + v', z_1 = v' - u'. \quad (4)$$

Здесь и далее штрих означает производную по первой переменной, точка – по второй, запятая – по третьей. Это позволяет свести уравнения равновесия к системе из двух совместно и одного раздельно решаемых уравнений:

$$\begin{cases} \Delta z + \mu_0 \nabla_{xy}(z + w) = 0 \\ \Delta w + \mu_0(z + w)' = 0 \\ \Delta z_1 = 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$\text{Тут и далее } \Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}, \quad \nabla_{xy} = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \quad \mu_0 = \frac{1}{1 - 2\mu},$$

$$\mu_* = 1 + \mu_0.$$

Краевые условия (1–3) переформулированы в терминах функций (4). К первым двум уравнениям системы (5) применено полное интегральное преобразование Фурье по переменным x и y , после чего получена система уравнений относительно трансформант введенных функций:

$$\begin{cases} w''_{\alpha\beta} + \frac{\mu_0}{\mu_*} z'_{\alpha\beta} - \frac{N^2}{\mu_*} w_{\alpha\beta} = 0 \\ z''_{\alpha\beta} - N^2 \mu_0 w'_{\alpha\beta} - N^2 \mu_* z_{\alpha\beta} = 0 \end{cases}, \quad (6)$$

решение которой вместе с уравнениями (1–3) может быть сведено к решению векторной краевой задачи.

Данная задача решена методом, предложенным в [2], что позволило построить точное решение в пространстве трансформант.

Показано, что в случае нормальной нагрузки третье уравнение системы (5) имеет тривиальное решение. Обращение интегральных преобразований и проведение замены, обратной к замене (4), завершает построение решения задачи.

Список использованных источников

1. Попов Г. Я. О приведении уравнений движения упругой среды к одному независимому и к двум совместно решаемым уравнениям / Попов Г. Я. Докл. РАН. – 2002. – 384, № 2.
2. Попов Г. Я. Функции и матрицы Грина одномерных краевых задач / Попов Г. Я., Абдыманапов С. А., Ефимов В. В. – Алматы : Рауан, 1999. – 113 с.

УДК 519.161

СВЕДЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОИСКА К-ФАКТОРА К ПОИСКУ ЗВЕЗДНОГО ПОКРЫТИЯ

А. Н. Подоляка, ст. преподаватель

Национальный аэрокосмический университет «ХАИ»

О. А. Подоляка, к. т. н., доцент

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

podolyaka.aa@gmail.com

В статье рассмотрен полиномиальный алгоритм решения оптимизационной задачи поиска k-фактора двудольного графа.

Podolyaka A. N., Podolyaka O. A. Reduce of k-factor problem to search star coverage of a bipartite graph. Polynomial algorithm of a bipartite graph k-factor problem are considered.

Ключевые слова: К-ФАКТОР, РЕГУЛЯРНЫЙ ГРАФ, ДВУДОЛЬНЫЙ ГРАФ, ПАРСОЧЕТАНИЕ.

Keywords: K-FACTOR, REGULAR GRAPH, BIPARTITE GRAPH, MARCHING.

Регулярным называется граф, у которого степени всех вершин равны. К-фактор – это регулярный подграф степени k некоторого графа. В этом смысле регулярный граф нулевой степени состоит из изолированных вершин. Регулярный граф первой степени – это паросочетание, а второй – цикл. Граф третьей степени называют кубическим. Например, кубическими являются графы Петерсена и Хивуда. Регулярный граф наибольшей степени – это клика. Известно, что поиск регулярных подграфов представляет большую сложность [1]. Известные эффективные алгоритмы позволяют находить факторы до третьей степени. Необходимо отметить, что существует множество задач, которые можно свести к поиску факторов высоких порядков. Например, для поиска сбалансированных решений задачи о назначениях, как альтернативы решений задачи на узкое место. Поиск k -фактора можно также применить для решения многокритериальных задач. Ключевая идея этого алгоритма состоит в поиске компромиссных решений через пересечение k -факторов соответствующих критериев. Необходимо отметить, что метод ветвей и границ поиска гамильтонова цикла можно реализовать через поиск k -фактора (см. далее теорему 3). Также заслуживает внимания теорема Нэша-Вильямса, которая связывает существование гамильтонова цикла с наличием k -фактора у графа с $2k+1$ вершинами. Связь k -факторов и дважды стохастических матриц прослеживается в теореме Биркгофа. Нужно также отметить, что регулярные графы определяют реберную раскраску графа. Т. к. определение раскраски эквивалентно разложению графа на паросочетания. Данное разложение для двудольных графов отражено в теореме Кенига. Он впервые доказал, что каждый двудольный регулярный граф степени k является объединением k реберно непересекающихся совершенных паросочетаний.

В данной работе рассматривается полиномиальный алгоритм поиска k -фактора двудольного графа. В основе этого алгоритма лежит нормализационный алгоритм [2] решения оптимизационной задачи поиска наибольшего звездного покрытия (НЗП) и следующие теоремы.

Пусть: β – матрица смежности двудольного графа $G(V_1, V_2, E)$, $|V_1| = |V_2|$; F_k – k -фактор G ; $w(X) = \sum_{\forall x \in X} x$ – весовая

функция; F_k^* – k -фактор минимального веса; P – некоторое совершенное паросочетание графа G . Тогда.

Теорема 1 (Кенига). $F_k = \bigcup_{i=1}^k P_i$, $P_i \cap P_j = \emptyset$, $\forall (i \neq j)$.

Теорема 2. $F_k = F_{k-1} \cup P$, $F_{k-1} \cap P = \emptyset$.

Теорема 3. $w(F_k^*) \leq w(F_{k+1}^*) - w(P)$, $P \subset F_{k+1}^*$.

Определение: пусть A, B матрицы с одинаковым числом строк $I_A = I_B$ и числом столбцов J_A и J_B , тогда *объединение матриц по столбцам* – это матрица $C = A \cup B$ размера $(I_A, J_A + J_B)$, полученная путем объединения всех столбцов матриц A и B .

Определение: удаление ребра (i, j) графа или запрещение элемента A_{ij} матрицы смежности графа A означает присвоение ему бесконечного веса. Запрещение элемента матрицы будем обозначать $A_{ij} = \infty$, или $A \setminus A_{ij}$, или $A \setminus (i, j)$. Удаление множества ребер P из матрицы A обозначим аналогично $A \setminus P$.

Определение: h -звезда – это связный двудольный граф $G_{1,h}$, одна из долей которого имеет степень равную h и называется вершиной звезды, а каждая из вершин другой доли – единичную степень. Наибольшим h -звездным покрытием (НЗП) графа назовем h -звездное покрытие $E'_h \in E$ максимальной мощности.

Рассмотрим алгоритм поиска фактора F_k .

Алгоритм

1. $P_0 = \emptyset$; $F_0 = \overline{\emptyset}$.

2. $\text{for}(\forall q \in \overline{1, k})$

3. Разложить F_q на q реберно непересекающиеся паросо-

четаний $F_q = \bigcup_{i=1}^q P_i$.

4. Определить матрицу β^{q+1} двудольного графа $G^{q+1}(V_1, V_2, E)$, $|V_2| = (q+1) \cdot |V_1|$ по формуле:

$$\beta^{q+1} = \bigcup_{i=0}^q [\beta \setminus (F_q \setminus P_i)]. \quad (1)$$

5. Поиск E_{q+1}^* оптимального покрытия G^{q+1} звездами степени $q+1$.

6. Отображение оптимального звездного покрытия в фактор графа $F_{q+1} \Leftarrow E_{q+1}^*$.

На каждой итерации цикла for (шаги 3–6) определяется соответствующий фактор F_q . Третий шаг (разложения фактора) реализуется через рекуррентную формулу теоремы 2 и алгоритм поиска паросочетания. Четвертый шаг сводится к матричным операциям. Пятый шаг – это решение оптимизационной задачи поиска НЗП. Математическая модель этой задачи и алгоритм ее решения рассмотрены в работе [2]. На шестом шаге выполняется восстановление k -фактора из звездного покрытия. Оно реализуется объединением в фактор ребер оптимального звездного покрытия.

Следует отметить, что ключевым элементом сведения задачи поиска k -фактора к поиску звездного покрытия является формула (1). Матрица смежности двудольного графа эквивалентной задачи поиска НЗП β^{q+1} вычисляется по этой формуле.

Выражение в круглых скобках $(F_q \setminus P_i) = F_{q-1}$ этой формулы представляет $(q-1)$ -фактор, если $(i > 0)$ и фактор F_q при $(i = 0)$. Выражение в квадратных скобках – это матрица исходного двудольного графа β , в которой запрещены элементы фактора в круглых скобках, вычисленного ранее. Матрица β^{q+1} формируется объединением $(q+1)$ подматриц $[\beta \setminus (F_q \setminus P_i)]$. Заметим, что при объединении матриц многие элементы исходной матрицы β тиражируются по $(q+1)$ раз. После формирования β^{q+1} решается оптимизационная задача поиска НЗП. Следует

понимать, что для нахождения k -фактора нужно определить все оптимальные q -факторы $q \in \overline{1, k}$, т. е. k раз решить оптимизационную задачу для каждой матрицы β^q . Поэтому сложность алгоритма поиска k -фактора будет огромной $O(n^7)$.

Выводы

В данной работе впервые представлен полиномиальный алгоритм поиска фактора произвольной степени. Одно доказательство существования данного алгоритма является существенным вкладом в теорию паросочетаний и регулярных графов. Следует отметить, что алгоритм имеет огромную вычислительную сложность, поэтому мало пригоден для решения практических задач. Однако, его можно оптимизировать, т. к. подматрицы $\beta \setminus (F_q \setminus P_i)$, которые формируют матрицу β^{q+1} содержат множество повторяющихся элементов. Поэтому, направлением дальнейших исследований является понижение сложности алгоритма на три порядка до $O(n^4)$.

Следует также отметить, что представленная работа является убедительным доказательством универсальности математической модели задачи поиска НЗП. Нормализационный алгоритм решения оптимизационной задачи поиска звездного покрытия двудольного графа может быть использован при решении задач, сводимых к поиску: паросочетаний, циклических покрытий, звездных покрытий одинаковой и заданной степени, а также поиска k -фактора. Данный алгоритм по праву может называться методом. В дальнейшем планируется получить обобщения для ряда задач на произвольных (не двудольных) графах.

Список использованных источников

1. Ловас Л. Прикладные задачи теории графов. Теория паросочетаний в математике, физике, химии / Л. Ловас, М. Пламмер. – Москва : Мир, 1998. – 653 с.
2. Подоляка А. Н. Поиск наибольшего покрытия двудольного графа звездами заданной степени / А. Н. Подоляка, О. А. Подоляка // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології. – 2015. – Вип. 8. – С. 60–70.

РОЗГЛЯД МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЗАДАЧ РОЗКРОЮ ДЛЯ РОЗМІЩЕННЯ ПЛОСКИХ ВЗАЄМНО ОРІЄНТОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ В ЗАДАНИХ ОБЛАСТЯХ

А. П. Пономаренко

Хмельницький національний університет

Edinora@yandex.ua

В статті розглядаються відмінності задачі розкрою від задачі розміщення плоских взаємно орієнтованих об'єктів в заданих областях, особливості поставлених завдань та питання їх математичного опису.

Ponomarenko A. P. Review of the possibility of cutting task mathematical models usage for allocation of mutually oriented flat objects in specified areas. The article deals with the problem of planed cutting differences from the tasks on allocation of mutually oriented flat objects in specified areas, especially tasks and issues of their mathematical description.

Ключові слова: ОПТИМІЗАЦІЯ, РОЗМІЩЕННЯ.

Keywords: OPTIMIZATION, ARRANGEMENTS.

Задачі оптимізації розміщення геометричних об'єктів на заданих площинах виникають в різних сферах діяльності людини (задачі розкрою, покриття, компонування тощо). Ці задачі за своєю суттю відносяться до проблеми оптимізаційного геометричного моделювання.

На сьогодні актуальним являється розробка інформаційних технологій, які забезпечують оптимізацію виконання таких технологічних операцій, в тому числі в галузі архітектури та будівництва.

Складність вирішення цих завдань полягає в тому, що вони відносяться до класу NP-важких проблем оптимізації, для задач такого типу не знайдено поліноміальних алгоритмів, проте і не доведено, що таких не існує [1].

В силу складності математичного опису досліджуваних процесів, конкретні результати, як правило відносяться до вирішення окремих завдань і отримані при досить істотних обме-

женнях щодо властивостей матеріалів, конструктивних форм, граничних і початкових умов.

Вирішенню різних класів задач оптимізації розміщення присвячені роботи Петренко С. В. [2], Ємець О. О. [3], Яремчук С. І. [4] та інших вчених.

Оптимізація розміщення геометричних об'єктів на заданих площинах має різні кінцеві задачі.

Наприклад, кінцевою задачею розміщення плоских взаємно орієнтованих об'єктів в заданих областях є повне покриття площини розташування геометричними фігурами в заданій послідовності, з заданими параметрами розміщення, виключаючи від'ємні області заданих площин.

Дана задача має практичне застосування в різних сферах діяльності, в тому числі в будівництві при оздобленні будівельних конструкцій (стіни, підлоги, колони, і т. п.).

Кінцевою задачею розкрою є мінімальний об'єм відходів основного матеріалу при розміщенні на площині різних геометричних фігур в оптимальному порядку [5].

Дана задача має практичне застосування в різних сферах промисловості (машинобудування, швейна, меблева промисловість і т. п.).

При схожому напрямку реалізації задач оптимізації розміщення, методи рішення задач розкрою не можуть бути використані для вирішення задач розміщення плоских взаємно орієнтованих об'єктів в заданих областях, так як кінцеві задачі повністю відрізняються.

У даному дослідженні визначаються методи розміщення плоских взаємно-орієнтованих об'єктів в заданих областях стосовно галузі архітектури та будівництва.

Розглядаються особливості поставлених завдань та питання їх математичного опису, запропоновано рішення алгоритму розміщення геометричних об'єктів.

Проводяться роботи по реалізації математичної моделі та створення відповідних інформаційних технологій.

Список використаних джерел

1. Остапчук М. В. NP (Nondeterministic polynomial) – повні задачі / М. В. Остапчук // Педагогічний пошук. – Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2013. – (Науково-методичний вісник Волинського інституту післядипломної педагогічної освіти). – С. 7–8.

2. Петренко С. В. Оптимизация размещения двумерных геометрических объектов на анизотропном материале с использованием методов математического программирования : дис. канд. техн. наук: 05.15.18 : защищена 22.12.2005 : утв. Петренко Семен Васильевич. – Уфа, 2005. – 115 с.
3. Смець О. О. Формалізація взаємного розташування прямокутників з випадковими параметрами / О. О. Смець, Т. М. Барболіна // Problems of decision making under uncertainties (PDMU-2014): abstracts of XXIV International Conference, September 1–5, 2014, Cesky Rudolec, Czech Republic. – Київ : ТВіМС, 2014. – С. 124–125.
4. Яремчук С. І. Застосування методу G-проекції для оптимізації розміщення прямокутників в області складної форми / С. І. Яремчук, Ю. О. Шаповалов, В. В. Охмак. // ВІСНИК ЖДТУ. – 2008. – № 4. – С. 196–201.
5. Рвачев В. Л. Геометрические приложения алгебры логики / В. Л. Рвачев. – Киев : Техника, 1967. – 207 с.

УДК 004.4'2

АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ТРЕНАЖЕРУ З ТЕМИ «ГРАДІЄНТНИЙ МЕТОД» ДИСТАНЦІЙНОГО КУРСУ «МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ»

О. О. Потерайло, магістр напряму підготовки «Соціальна інформатика»

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

poterailo1994@mail.ru

Запропоновано алгоритм тренажеру для вивчення градієнтного методу в дисципліні «Методи оптимізації та дослідження операцій».

O. O. Poterailo. Algorithmization of the simulator on “Gradient Method” for the distance course “Optimization methods and operations research”. The algorithm of the simulator to study the gradient method in the discipline “Optimization methods and operations research” is proposed.

Ключові слова: ГРАДІЄНТНИЙ МЕТОД, ТРЕНАЖЕР, НЕЛІНІЙНА ОПТИМІЗАЦІЯ.

Keywords: GRADIENT METHOD, SIMULATOR, NONLINEAR OPTIMIZATION.

Завданням роботи була алгоритмізація тренажеру для градієнтного методу. Алгоритм реалізовано як роботу студента з конкретним прикладом, який розв'язується методом найшвидшого спуску.

Алгоритм роботи тренажеру наведений нижче.

Основною метою роботи є алгоритмізація тренажера з теми «Градiєнтний метод» дистанційного навчального курсу «Методи оптимізації та дослідження операцій».

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- ознайомитися з матеріалами про градієнтний метод;
- розробити алгоритм роботи тренажеру.

Крок 1. На екрані з'являється умова задачі «Дана функція $y = f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 + 9x_3^2$, за початкову взяти точку $x^0 = (0,1; 0,2; 0,3)$. Знайти мінімум методом найшвидшого спуску з

точністю $\left| \frac{\partial f}{\partial x_1} \right| < \varepsilon$; $\varepsilon = 0,2$ ».

За якою з наведеною нижче двох формулою проводяться обчислення в методі найшвидшого спуску?

Варіанти відповідей:

1) $x^{s+1} = x^s - \rho_s f_x(x^s)$, $s = 0, 1, \dots$;

2) $\min_{\rho \geq 0} f(x^s - \rho f_x(x^s)) = f(x^s - \rho_s f_x(x^s))$.

Якщо вибрано 2 варіант, то на екрані «відповідь вірна», перехід на наступний крок, а якщо вибрано іншу, то на екрані «Помилка! Формула за якою проводяться обчислення в методі найшвидшого спуску має вигляд $\min_{\rho \geq 0} f(x^s - \rho f_x(x^s)) = f(x^s - \rho_s f_x(x^s))$ », перехід на наступний крок.

Крок 2. На екрані: «Як вибирається величина кроку ρ_s в градієнтному методі найшвидшого спуску?»

Варіанти відповідей:

1) $\min_{\rho \geq 0} f(x^s - \rho f_x(x^s)) = f(x^s - \rho_s f_x(x^s))$;

2) ρ_s фіксується малим а потім ρ_s зменшується весь час діленням на 2.

Якщо вибрано тільки 1 то відповідь вірна, а якщо вибрано іншу відповідь, то виводиться повідомлення про помилку: «Помилка! Вірна відповідь 1, оскільки в методі найшвидшого спуску кроковий множник шукається з умови мінімізації по цільової функції.»

Крок 3. На екрані: Обчисліть $f(x^0)$. (Дана функція $y = f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 + 9x_3^2$, за початкову взяти точку $x^0 = (0,1; 0,2; 0,3)$). (Введіть вірну відповідь в поле).

Якщо введене значення у вікні дорівнює 0,98, відповідь вірна перехід на наступний крок, якщо інше, то виводиться повідомлення про помилку: «Помилка! Правильно:

$$f(x^0) = 0,1^2 + 4 \cdot 0,2^2 + 9 \cdot 0,3^2 = 0,98$$

Крок 4. На екрані: Знайдіть градієнт f_x функції f .

Заповніть активні комірки:

$f_x = \text{grad } f = \blacksquare x_1; \blacksquare x_2; \blacksquare x_3$ (ввести коефіцієнт при x_1, x_2, x_3 , значення ввести в активну комірку).

Якщо перший коефіцієнт введено правильно, то перехід на наступну комірку, якщо ні, то з'являється повідомлення: «Помилка! Коефіцієнт при x_1 дорівнює 2, оскільки $f_x = \text{grad } f = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}; \frac{\partial f}{\partial x_2}; \frac{\partial f}{\partial x_3} \right)$ » (в комірці відповідь з'являється автоматично, перехід на наступну комірку).

Крок 5. На екрані: Обчисліть градієнт $f_x(x^0)$ функції $f(x)$

в точці x^0 для $x^0 = (0,1; 0,2; 0,3)$ $f_x = \text{grad } f = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}; \frac{\partial f}{\partial x_2}; \frac{\partial f}{\partial x_3} \right) = (2x_1; 8x_2; 18x_3)$.

Заповніть активні комірки.

$\text{grad } f(x^0) = (\blacksquare; \blacksquare; \blacksquare)$ (введіть значення в активну комірку).

Якщо в першу комірку введено значення 0,2, то вірно, якщо ні, то: «Помилка! Підставивши $x_1 = 0,1$ в $2x_1$ отримаємо

$$2x_1 = 2 \cdot 0,1 = 0,2$$

(в комірці відповідь з'являється автоматично, перехід на наступну комірку).

Якщо в наступну комірку введено значення 1,6, то вірно, якщо ні, то помилка: «Помилка! Підставивши $x_2 = 0,2$ в $8x_2$ отримаємо $8x_2 = 8 \cdot 0,2 = 1,6$ » (в комірці відповідь з'являється автоматично, перехід на наступну комірку).

Якщо в наступну комірку введено значення 5,4, то вірно, якщо ні, то помилка: «Помилка! Підставивши $x_3 = 0,3$ в $18x_3$ отримаємо $18x_3 = 18 \cdot 0,3 = 5,4$ » (в комірці відповідь з'являється автоматично, перехід на наступний крок).

Крок 6. На екрані: «За якою формулою знаходиться наступна точка в градієнтному методі?»

Варіанти відповідей:

$$1) x^{s+1} = x^s - \rho_s f_x(x^s), \quad s = 0, 1, \dots;$$

$$2) x^{s+1} = x^s + \rho_s f_x(x^s), \quad s = 0, 1, \dots$$

Якщо вибрано 1 варіант, то відповідь вірна, перехід на наступний крок, а якщо вибрано іншу, то помилка: «Формула за якою знаходиться наступна точка в градієнтному методі, має вигляд: $x^{s+1} = x^s - \rho_s f_x(x^s)$, $s = 0, 1, \dots$ ».

Крок 7. На екрані: «З якої формули знаходиться ρ на цьому кроці?»

Варіанти відповідей:

$$1) f(\rho) = \max_{\rho \geq 0} f(x^0 - \rho \text{grad } f(x^0));$$

$$2) f(\rho) = \max_{\rho \geq 0} f(x^0 + \rho \text{grad } f(x^0));$$

$$3) f(\rho) = \min_{\rho \geq 0} f(x^0 - \rho \text{grad } f(x^0));$$

$$4) f(\rho) = \min_{\rho \geq 0} f(x^0 + \rho \text{grad } f(x^0)).$$

Якщо вибрано 3 варіант то відповідь вірна, перехід на наступний крок, а якщо вибрано іншу то помилка: В методі найшвидшого спуску кроковий множник ρ знаходиться з формули $f(\rho) = \min_{\rho \geq 0} f(x^0 + \rho \text{grad } f(x^0))$, перехід на наступний крок.

Алгоритм тренажеру містить і інші кроки по розв'язуванню задачі методом найшвидшого спуску.

В доповіді розглянуто алгоритм тренажеру результати алгоритмізації тренажеру для дисципліни «Методи оптимізації та дослідження операцій».

Список використаних джерел

1. Ємець О. О. Методи оптимізації та дослідження операцій [Електронний ресурс] / О. О. Ємець, Т. О. Парфьонова. – Режим доступу: http://elib.puet.edu.ua/action.php?kt_path_info=lm.web.view&fDocumentId=670571. – Назва з екрана.

УДК 519.8

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ І ПРОЦЕДУРИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ДЕРЖАВ

О. І. Прилипко, к. ф.-м. н., доцент
Житомирський державний технологічний університет
poizh@ukr.net

В статті розглядається математична модель та процедури багатофакторного оцінювання в системах організаційного управління ресурсами держав.

Prylypko O. I. Mathematical model and procedures of organizational management of resources of states. This article presents model and procedures of multifactorial evaluation in systems of organizational management of state resources.

Ключові слова: МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ОПТИМАЛЬНЕ РІШЕННЯ, БАГАТОФАКТОРНЕ ОЦІНЮВАННЯ РЕСУРСІВ.

Keywords: MATHEMATICAL MODEL, OPTIMAL SOLUTION, MULTIFACTORIAL EVALUATION OF RESOURCES.

Розглянемо детально балансову математичну модель управління ресурсами окремої держави. Введемо наступні позначення:

PS_i^k – загальний потенціал ресурсів i -ї держави у k -му році. Якщо $PS_i^k < 0$, то дана держава живе за рахунок потенціалу інших держав; RS_i^k ($RS_i^k \geq 0$) – спожитий потенціал ресурсів i -ї

держави у k -му році; TS_i^k ($TS_i^k \geq 0$) – відновлений потенціал ресурсів i -ї держави у k -му році.

Спожитий потенціал ресурсів RS_i^k включає в себе спожиті i -ю державою у k -му році ресурси: воду, знищені лісові та земельні ресурси, забрані з надр корисні копалини, різні викиди в атмосферу і т. д.

Відновлений потенціал ресурсів TS_i^k включає в себе відновлені i -ю державою у k -му році ресурси: очищення стічних вод, наявні і відновлені лісові ресурси, рекультивация земель, очистка промислових викидів, створення альтернативних джерел енергії і т. д.

При цьому всі вказані види ресурсів мають різні одиниці виміру, що створює проблеми для узагальненого вивчення змін потенціалу ресурсів. Цю проблему можна вирішити переведенням різних одиниць виміру ресурсів у грошові одиниці, наприклад, в долари США. Для цього обчислюючи споживання або відновлення одиниці ресурсу будемо вважати її еквівалентною загальній грошовій вартості відповідного ресурсу. Так як ціни на ресурси, зокрема на нафту, на міжнародних біржах можуть постійно змінюватися, то для більшої точності можна вибрати ціни на ресурси на конкретну дату, наприклад на 1 січня деякого року.

Тоді загальний потенціал ресурсів i -ї держави на 1 січня $k + 1$ -го року становить:

$$PS_i^k = PS_i^{k-1} - RS_i^k + TS_i^k. \quad (1)$$

Для збільшення загального потенціалу i -ї держави потрібно, щоб відношення $\frac{TS_i^k}{RS_i^k} \rightarrow \max$.

Якщо $B = \{b_1, b_2, \dots, b_e\}$ і $C = \{c_1, c_2, \dots, c_r\}$ – множини факторів, що впливають відповідно на зменшення та збільшення потенціалу ресурсів, які представлені у вартісному еквіваленті на одиницю виміру кожного окремо взятого фактору, Δ_{ij}^k і λ_{ij}^k загальний об'єм відповідно споживання і відновлення j -ого фактору в k -му році для i -ї держави, а α_{ij}^k і β_{ij}^k відповідно частина

споживання і відновлення j -го фактору по відношенню до загального об'єму в k -му році для i -ї держави. При цьому $0 \leq \alpha_{ij}^k \leq 1$ і $0 \leq \beta_{ij}^k \leq 1$ для всіх допустимих значень i, j, k . Тоді

$$RS_i^k = \sum_{j=1}^e RS_{ij}^k = \sum_{j=1}^e \alpha_{ij}^k \Delta_{ij}^k b_j \quad \text{і} \quad TS_i^k = \sum_{q=1}^r TS_{iq}^k = \sum_{q=1}^r \beta_{iq}^k \lambda_{iq}^k c_q. \quad (2)$$

Так як кошти, які виділяються i -ю державою в k -му році на відновлення потенціалу ресурсів обмежені загальною сумою можливих затрат Q_i^k , то якщо відновлення однієї одиниці виміру q -го фактору для i -ї держави у k -му році складає ω_{iq}^k грошового еквіваленту, ми отримаємо обмеження у вигляді нерівності по загальним можливим затратам:

$$\sum_{q=1}^r \beta_{iq}^k \lambda_{iq}^k \omega_{iq}^k \leq Q_i^k \quad (3)$$

В цьому випадку формулу (1), використовуючи вирази (2) і нерівність (3), можна записати у вигляді системи:

$$\begin{cases} PS_i^k = PS_i^{k-1} - \sum_{j=1}^e \alpha_{ij}^k \Delta_{ij}^k b_j + \sum_{q=1}^r \beta_{iq}^k \lambda_{iq}^k c_q \\ \sum_{q=1}^r \beta_{iq}^k \lambda_{iq}^k \omega_{iq}^k \leq Q_i^k \end{cases} \quad (4)$$

При цьому, змінюючи значення коефіцієнтів α_{ij}^k і β_{ij}^k в межах допустимих значень, потрібно знайти для i -ї держави оптимальне рішення для збільшення потенціалу ресурсів:

$$PS_i^k \rightarrow \max. \quad (5)$$

В доповіді запропоновано підхід до одночасного дослідження змін різноманітних ресурсів країн з метою оптимізації збереження цих ресурсів.

Список використаних джерел

1. Овезгельдыев А. О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации / Овезгельдыев А. О., Петров Э. Г., Петров К. Э. – Киев : Наукова думка, 2002. – 163 с.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБОВ ЛИТЬЯ

И. В. Прокопович, д. т. н, доцент;

М. А. Духанина;

А. В. Шмараев;

С. В. Кошулян;

М. Бакхер Надери

Одесский национальный политехнический университет

igor.prokopovich@gmail.com

Разработано метрологическое обеспечение автоматизированной системы управления литьем под давлением биметаллических сталь-алюминиевых отливок. Предложенные методы и средства непосредственного измерения промежуточного (распределение температуры по поверхности стальной части перед заливкой) и конечного (качество сцепления) параметров управления. Предложены методы и средства измерения этих параметров.

I. Prokopovich, M. Dukhanina, A. Shmarayev, S. Koshulyan, Bakher Naderi. The informatics special ways of casting information metrological support. Metrological providing an automated control system for molding under pressure of bimetallic steel-aluminum castings is developed. The offered methods and means of direct measurement intermediate (distribution of temperature on a surface of steel part before filling) and final (quality of coupling) parameters of management. Methods and gages of these parameters are offered.

Ключевые слова: МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ, БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ОТЛИВКИ, КАЧЕСТВО СВАРИВАЕМОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ.

Keywords: METROLOGICAL ENSURING MEASUREMENT, BIMETALLIC CASTINGS, QUALITY OF ELEMENTS COUPLING.

Рассмотрим метрологическое обеспечение системы управления технологическим процессом литья под давлением биметаллических отливок [1]. В известном методе выделены две «точки измерений», результаты которых задействованы в сис-

теме обратной связи АСУ биметаллическим литьем, – это оценка температуры поверхности стальной вставки перед заливкой алюминием и разрушающий метод оценки свариваемости компонентов биметалла, который заключается в поперечном перерезании отливки, фотографировании сечения и цифровой обработке фотографии [2]. Для решения первой проблемы в последнее время широко привлекают инфракрасные тепловизионные системы, которые одновременно измеряют температуру всей поверхности, а не отдельных ее точек [3]. Результат преобразования такой информации к единому числу зависит от принятого метода его осуществления, материала и формы отливки, времени, отведенного АСУ технологическим процессом на онлайн измерения, и цели последнего.

Что касается свариваемости, то здесь ультразвуковой метод, несмотря на все сложности и проблемы технического характера, имеет самое главное преимущество: он неразрушающий. Но и у этого метода есть два существенных недостатка, которые обуславливают проблематику данной работы. Во-первых, поверхность биметаллических теплообменников, как правило, настолько сложна, что ни передатчик, ни приемник ультразвука не могут быть использованы на ней полноценно. Во-вторых, – если речь идет о степени свариваемости «вообще», метод должен обеспечить обследование всех точек поверхности стыковки между элементами биметалла, что требует особого подхода к траектории перемещения УЗ-зонда.

В предлагаемом методе оценка несвариваемости осуществляется с помощью ультразвукового измерения изнутри биметаллической детали. В данном случае этому способствует тот факт, что стальной элемент биметаллической отливки – труба имеет внутреннюю цилиндрическую поверхность без существенных отклонений от проектной геометрии по всей длине отливки. Поэтому измерительная головка, на которой установлены источник и приемник излучения с помощью специального привода осуществляют поступательно-вращательное движение, сканируя внутреннюю поверхность стальной трубы. При этом наружная форма отливки не влияет на результаты измерения.

Наличие ответного луча ультразвука фиксируется интегрирующим прибором. Если поступательное и вращательное движения измерительной головки равномерны, степень несвариваемости будет отношением времени фиксации наличия обратного

луча к общему времени измерения. Экспериментально установлено, что метод распознает различные площади несвариваемости, отличающиеся на $0,02 \text{ см}^2$.

Список использованных источников

1. Савельева О. С. Разработка метрологического обеспечения системы управления технологическим процессом литья под давлением биметаллических отливок / О. С. Савельева, И. В. Прокопович, А. В. Шмараев // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Информационные технологии. – Харьков, 2015. – № 2/1 (74). – С. 32–37.
2. Оборский Г. А. Измерение параметров внутренних тепловых процессов по инфракрасным видеопотокам от поверхности детали / Г. А. Оборский, В. М. Рязанцев, Ю. В. Шихирева // Сучасні технології в машинобудуванні : зб. наук. пр. – Вип. 8. – Харків, НТУ «ХПІ», 2013. – С. 124–132.
3. Становский П. А. Автоматизированный мониторинг протекания технологических процессов с помощью низкочастотных видеопотоков / П. А. Становский, Л. В. Бовнегра, Ю. В. Шихирева // Зб. наук. пр. Кіровоградського національного технічного університету. – Кіровоград : КНТУ, 2012. – Вип. 25. – Ч. II. – С. 70–74.

УДК 519.6:658.5

ЕВОЛЮЦІЙНІ МОДЕЛІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ ТЕХНОГЕННОГО ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ КРИЗИ

С. К. Рамазанов, д. т. н., д. е. н., професор,
професор кафедри економічної кібернетики
Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»,
зав. кафедрою економічної кібернетики
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля
sramazanov@i.ua;

Є. І. Івченко, к. т. н., доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики
Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»
ppic@ucsu.org.ua

Розглянута проблема створення еволюційних моделей соціально-еколого-економічної динаміки техногенного підприємства, функціонуючих в умовах криз.

Ramazanov S. K., Ivchenko E. I. Evolutional models of social-ecologic-economics dynamics of technogenic enterprise is in the conditions of crises. The considered problem of creation of evolutional is models of social-ecologic-economics dynamics of technogenic enterprise, functioning in the conditions of crises.

Ключові слова: МОДЕЛІ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ ДИНАМІКИ, СТАБІЛЬНИЙ РОЗВИТОК, КРИЗА.

Keywords: MODELS OF EVOLUTIONAL DYNAMICS, STABLE DEVELOPMENT, THE CRISIS.

Вступ. Проблема стійкого розвитку має аспекти: системний, синергетичний, екологічний, економічний, математичний, інформаційний, філософський, юридичний, освітній і так далі. У роботі розглядається аспект інтеграції 4-х сфер діяльності і функціонування: соціально-еколого-економічної і гуманітарною (СЕЕГ), включаючи духовно-моральні і культурні технології. Парадигма стійкого розвитку вимагає переходу від дослідження окремих функціонуючих ізольованих систем до дослідження інтегральних еволюціонуючих систем, актуалізації і посилення системно-синергетичних зв'язків відкритої системи і його оточення [1, 2]. Існуючі «монодисциплінарні» концепції, лінійні статичні моделі, репродуктивно-репрезентативні методи (що відбивають лінійність наших знань), критерії прибутковості, оптимальності повинні поступатися місцем міждисциплінарним, системно-синергетичним, еволюційним нелінійним моделям і методам прогнозування і витягання знань, управління (що відбиває нелінійність законів природи і суспільства), критеріям раціональності, локальної оптимальності, відповідності «здоровому глузду». «Міждисциплінарна» парадигма розуміється не в інтуїтивному, технократичному зв'язку дисциплін, накопиченні квантів знань і умінь, а в актуалізації індивідуального і громадського інтелекту, освіти і вивченні нових структур, які самоорганізуються і є стійкими.

Відмітимо також, що системно мисляча і діюча людина, як правило, прогнозує і зважає на результати своєї діяльності, порівнює свої можливості, враховує інтереси довкілля, наступних поколінь і необхідності ноосферного розвитку [2].

При дослідженні еволюції складної динамічної системи потрібна її декомпозиція на підсистеми з метою забезпечення:

ефективності взаємодії з оточенням; оптимального обміну речовинами, енергетичними, інформаційними ресурсами з підсистемами; еволюціонування системи в умовах динамічної зміни і переупорядковування цілей, структурної активності і складності системи; керуваності системи, ефективних зв'язків з підсистемами системи, зворотного зв'язку. При цьому система еволюційно розвиваючись може стати системою, що задовольняє запитам оточення в майбутньому, не задовольняючи їм в сьогоденні (*проривна система*).

Важливо при цьому мати такі моделі, процедури моделювання, які враховують досить просто і інтегрально зв'язки на структурах, як усїєї системи, так і її окремих підсистем. Для i -ї підсистеми системи структури S розглянемо вектор $x = (x_l(i), \dots, x_m(i))$ основних параметрів (без яких не можна описати і вивчити функціонування підсистеми відповідно до цілей і структури системи) і функціонал $s = s(x(i))$, який назвемо функціоналом активності (просто активністю) підсистеми. Для усїєї системи розглянемо вектор стану системи x і активність $s(x)$, а також поняття потенціалу системи. Ці функціонали відбивають інтенсивність процесів в підсистемах і системі в цілому. Для завдань моделювання важливими будуть значення $s(t)_{max}, s(t)_{min}, s(t)_{opt}$ – максимальні, мінімальні і оптимальні значення активності i -ї підсистеми, а також аналогічні значення для усїєї системи ($s_{max}, s_{min}, s_{opt}$). В якості показника стану можна узяти також відношення значення цього показника до його нормованого значення.

Основні результати та перспективи дослідження даного напрямку [1, 2].

1. Концептуальну модель інтегрального еколого-економічного, соціального гуманітарного розвитку і управління складною системою в умовах невизначеності, нестабільності, складності і тому подібне «НІ – чинників» і «БАГАТО – чинників» можна представити у вигляді кортежу виду:

$$IS := \langle \langle E_c, E_n, S_o, H_u \rangle; \langle X_1, Y_1, F_1, G_1, K_1, \Omega_1 \rangle, R_1, U_1, E_1, T \rangle, \quad (1)$$

де $\langle E_c, E_n, S_o, H_u \rangle$ – інтегральний кортеж основного набору систем, причому E_c – економіка (економічна система);

E_n – довкілля (екосфера);
 S_o – соціальна сфера (соціальна система);
 H_u – гуманітарні компоненти в моделі. Кортж $\langle X_1, Y_1, F_1, G_1, K_1, \Omega_1 \rangle$ складається із загальноновідомих компонент для кожної вищезгаданих систем: $R_1 = \langle R_c, R_n, I_n, \tau_{II}, R_s \dots \rangle$ – кортеж ресурсів, причому R_c і R_n – економічні і екологічні ресурси;
 I_n – інвестиції;
 τ_{II} – інформаційні і інноваційні потенціали;
 R_s – ресурс для забезпечення безпеки від сукупності загроз, ризиків і криз.

Інтегральна модель ноосферного стійкого розвитку системи можна представити у вигляді інтегратора: $S = E_n \oplus E_c \oplus S_o \oplus H_u$, тобто як інтегральна «4-и-єдина» система, причому E_c – економічна система, E_n – екологічна система, S_o – соціальна система, H_u – гуманітарна система; $X(t, r)$ – стан інтегральної системи S ; у просторі змінних $(t, r) \in [T \times R^3]$; X_0 – стан системи S в початковий момент часу t_0 ; W – безліч обурюючі чинників зовнішнього середовища [2].

2. Інтегральна соціо-еколого-економічна динамічна модель поведінки з духовно-моральними змінними концептуально може бути представлена, в загальному вигляді:

$$\begin{cases} X_1 = f_1(X_1, X_2, X_3, X_4; P_1, \xi_1), \\ X_2 = f_2(X_1, X_2, X_3, X_4; P_2, \xi_2), \\ X_3 = f_3(X_1, X_2, X_3, X_4; P_3, \xi_3), \\ X_4 = f_4(X_1, X_2, X_3, X_4; P_4, \xi_4), \end{cases} \quad (2)$$

де $X = (X_1, X_2, X_3, X_4)$ – об'єднаний вектор поведінкових змінних і станів соціо-еколого-економічної системи з урахуванням змінної рівня духовності (СЕЕСД) – X_4 , причому в (2) $X_1 = X_2(t)$ – вектор економічних змінних;

$X_2 = X_2(t)$ – вектор екологічних змінних (змінних забруднення);

$X_3 = X_3(t)$ – вектор соціальних змінних;

$P = (P_1, P_2, P_3, P_4)$ – сукупний вектор параметрів СЕЕСД (внутрісистемні і зовнішнього середовища);

$\Xi = (\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4)$ – вектор зовнішніх випадкових і невизначених змінних. Наприклад, для ТРВ [1, 2] $X_1 = (K_1, L_1, I, \tau, C)$,

$C = (C_1, C_2, C_3, C_4)$ – вектор деяких параметрів споживання (витрат), а C_1 – величина соціального споживання (тобто на зарплату і т. п.), $C_2 = C_e$ – споживання на екологію, $C_3 = C_\sigma$, – споживання на безпеку, $C_4 = C_i$ – об'єм інвестицій на інноваційні, інформаційні і гуманітарні технології.

3. Стохастична модель системної динаміки. Принцип системної динаміки стохастичних процесів або метод системної динаміки – це метод вивчення складних систем з нелінійними зворотними зв'язками. Він при наявності екзогенних та ендогенних стохастичних вплив можна представити як стохастичне диференціальне рівняння загального вигляду:

$$dX_j = F(X_j^+, X_j^-, W_{jt}) = \alpha_j X_j^+ - \beta_j X_j^- + \sigma_j(X_j, t) dW_{jt}, \quad (3)$$

де $\alpha, \beta > 0$, W_t – стандартний броунівський рух;

σ – коефіцієнт волатильності.

Нехай дана деяка керована система, про яку відомі лише s_{min} і s_{max} . Відома цільова функція управління $F(s(t), u(t))$, де $s(t)$ – активність (стан) системи у момент часу t , а $u(t)$ – управління з деякої безлічі U допустимих управлінь, причому вважаємо, що досяжно u_{opt} – оптимальне управління з U , причому $0 < t_0 < t < T$ і $s_{min} (s_{max})$.

Тоді міра успішності (по М. Моїсеєву) ПР по управлінню системою оцінюється як:

$$H = \left| \frac{(F_{max} - F_{min})}{(F_{max} + F_{min})} \right|, \quad F_{max} = \max F(u_{opt}, s_{max}),$$

$$F_{min} = \min F(u_{opt}, s_{min}), \quad t \in [t_0; T], \quad s \in [s_{min}, s_{max}].$$

Збільшення N свідчить про успішність управління системою (прийнятого рішення, функції підсистеми, що управляє). Життєздатність підприємства рівносильна його виживаності і збереженню адаптаційних, еволюційних можливостей впродовж проміжку години, що задається, і в заданій економічній ніші. Підприємство життєздатне, якщо має певний соціально-економічний і виробничий потенціал.

Підмодель розвитку підприємства можна представити за законом (згідно динамічної моделі В. Вольтерра) виду:

$$\frac{dy(x)}{dt} = \left[a - by - cy(x-l) + w \sin vx - d \int_0^x y(z) f(x-z) dz \right] y, \quad y(0) = y_0,$$

$0 \leq x \leq L$, де $y(x)$ – вихід системи, що відповідає фактору розвитку x (наприклад, час); $a(x)$ – еволюціонування системи, $b(x)$ – лімітоване; $c(x)$ – вплив запізнення (лаг) l ; $w(x)$ – вплив періодичних коливань факторів середовища; v – періодичність цих коливань; $d(x)$ – вплив організаційних факторів; $f(x-s)$ – функція, що характеризує темп впливу внутрішніх факторів від зміни фактору x ; s – запізнення цього впливу; y_0 – початковий рівень виробництва при $x = 0$.

Реальні системи типу СЕЕСД є стохастичними із-за випадкового характеру чинників довкілля і міри їх дії. Вважатимемо, що усі параметри a, b, c, d, w носять випадковий характер, а, отже, випадковий характер мають і значення $y_i, i = 0, 1, \dots, n$. Важно знайти оцінку T – очікуваній тривалості життєздатності підприємства, а також V – еволюційна місткість середовища, наприклад, економічної ніші.

У результаті комплексної формалізації отримаємо один з варіантів соціально-еколого-економічною моделі динаміки у вигляді наступної системи рівнянь [2]:

$$\dot{K}(t) = -\alpha K(t) + e^{\theta t} F(K(t), L(t), R(t)) - C(t) - D(t), \quad K(0) = K_0,$$

$$Y = F(K, L, R) = \left[\beta_1 K^{\frac{\delta-1}{\delta}} + \beta_2 L^{\frac{\delta-1}{\delta}} + \beta_3 R^{\frac{\delta-1}{\delta}} \right]^{\frac{\delta}{\delta-1}}.$$

$$\dot{L}(t) = \gamma L(t) - \gamma_z Z(t) + \gamma_c C(t), L(0) = L_0,$$

$$\dot{R}(t) = d(K(t), L(t)) + \gamma_k K(t) - \gamma_L L(t) - Y(t), R(0) = R_0.$$

$$\dot{Z} = f^*(c, K, L, R)(1 - \eta c) - g(Z), Z(0) = Z_0,$$

де Y – обсяг «корисного» випуску; K – капітал; L – число працюючих; C – об'єм споживання; Z – об'єм забруднень («шкідливий» вихід); I – інвестиції; R – інші ресурси; D – витрати на заходи по зниженню забруднень. Тоді трійка (C, Y, D) визначає еколого-економічну політику розвитку, тобто $U \equiv (C, Y, D)$ – вектор управління. У разі інтегральної моделі управління функція корисності – це є функція параметрів/змінних $\tilde{u}(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4)$, де $\{\alpha_k(t), k = 1, \dots, 4\}$ – частки витрат на невиробничі, екологічні витрати, на безпеку, інноваційні та інформаційні технології, а критерій оптимальності тепер є співвідношення:

$$J(\{c, k, z, L, \tau, S\}) = \int_{t_0}^T \tilde{u}(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4) \exp(-\theta t) dt \rightarrow \max_{\{\alpha_k\} \in \Omega}$$

Для вирішення завдань ЕЕУ на основі наведених стохастичних і детермінованих моделей можна скористатися відомими класичними методами оптимального керування з обмеженнями.

Висновок. Еволюційне моделювання за своєю природою внутрішньо адекватніше проблемам дослідження і прогнозування поведінки багатьох соціо-еколого-економічних і гуманітарних систем. Аналогічний висновок можна зробити і про апарат генетичних алгоритмів, часто використовуваний в еволюційному моделюванні. Хоча ми розглядали системи і аналітичні моделі із зосередженими параметрами, цей підхід і засоби ефективні і для дослідження систем з розподіленими параметрами.

Список використаних джерел

1. Рамазанов С. К. Моделювання соціально-еколого-економічної динаміки в нестабільному середовищі / С. К. Рамазанов // Інформатика та системні науки (ІСН-2015) : матеріали VI Всеукраїнської

- науково-практичної конференції за міжнародною участю, (м. Полтава, 19–21 берез. 2015 р.). – Полтава : ПУЕТ, 2015.
2. Ризики, безпека, кризи і сталий розвиток в економіці: методології, моделі, методи управління та прийняття рішень : монографія / Рамазанов С. К., Бурбело О. А., Вітлінський В. В. [та ін.] ; під заг. ред. проф. С. К. Рамазанова. – Луганськ : Вид-во «Ноулідж», 2012. – 948 с.
 3. Казиев В. М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем / Казиев В. М. – Москва : ИНТУИТ, 2006. – 235 с.

УДК 334.375

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

С. К. Рамазанов, д. т. н., д. е. н., професор;

Є. І. Івченко, к. т. н., доцент;

В. І. Божко, ст. викладач

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

ppic@ucsu.org.ua

В статті розглядається сучасний стан інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для систем управління підприємствами. Пропонується варіант класифікації ІКТ.

Ramazanov S. K., Ivchenko Ye. I., Bozhko V. I. Features of development of modern information and communication technologies. In the article the modern state of information and communication technologies (ICT) is examined for control system by enterprises. The variant of classification of ICT is offered.

Ключові слова: ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ, КОМУНІКАЦІЇ.

Keywords: INFORMATION TECHNOLOGY, BUSINESS MANAGEMENT, COMMUNICATION.

Інформаційні технології на сучасному етапі розвитку світового господарства відіграють одну з провідних ролей. Частка ІКТ у ВВП країн неухильно зростає, вони продовжують бути одним із визначальних чинників підвищення ефективності виробництва. Еволюція інформаційних технологій відкрила новий етап розвитку міжнародних економічних відносин завдяки появі

глобального інформаційного простору. Водночас, інформаційні технології відіграють важливу роль у розвитку світового фінансового сектору, сектору НДР і ДКР та в системах освіти багатьох країн. Вважаючи підприємства домінантою розвитку національної економіки, можна стверджувати, що розробка сучасних стратегій та технологій розвитку систем управління підприємствами на основі впровадження та використання нових інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у даний час є доцільною і своєчасною.

Застосування ІКТ об'єктивно зумовлене такими чинниками, як подальшою глобалізацією економіки, зростанням значення якості товарів і послуг, переходом до європейських та світових стандартів, ускладненням управління підприємствами за рахунок випереджаючого зростання інформаційної складової процесів управління та постійного збільшення частки інформаційних послуг у сукупному суспільному продукті тощо. «Ми живемо у світі, де економічний, політичний і культурний розвиток багато в чому визначається можливостями технологій, – констатував дослідник Мартін Гілберт» [1]. У дослідженнях [2], які виконала компанія Enterprise Strategy Group, визначено, що зростання обсягів даних є розповсюдженою причиною зниження ефективності діючих ІКТ. Але, упровадження новітніх ІКТ (наприклад консолідація, віртуалізація даних або одночасна оптимізація ІТ інфраструктури і даних, хмарні обчислення тощо) підвищує окупність капіталовкладень підприємств.

У доповіді запропоновано варіант класифікації ІКТ, який передбачає розподіл на комунікаційні (стаціонарні, мобільні тощо), інформаційні (програмні, апаратні тощо) технології та технології надання ІТ-послуг.

Сьогодні, в умовах нестабільної економічної ситуації, підприємства бажають зберегти і підтримати існуючі обсяги виробництва (надання послуг), роблячи при цьому мінімально можливі витрати на власні ІТ-інфраструктури та системи управління, які так чи інакше забезпечують їх діяльність. Щоб провести такі скорочення не деструктивно, а з можливістю повернення на попередні рівні або навіть розширення у посткризовий період сьогодні найбільш актуально упроваджувати у підприємства хмарні технології [3]. До переваг подібного підходу можна віднести наступне:

- відсутність прив'язки до місця роботи і можливість використовувати любий комп'ютер, який підключено до Інтернету;
- низькі початкові інвестиції в ІКТ (не потрібно придбати апаратне обладнання та програмне забезпечення (ПЗ));
- оптимізація витрат (оплата за фактом використання);
- зменшення ризиків (ліцензії на ПЗ не треба ставити на баланс і лише сервіс-провайдер несе відповідальність за безпечність роботи послуги);
- масштабіруемість рішень (можна збільшувати або зменшувати кількість користувачів і додавати нові рішення);
- простота підтримки (оплата єдиної ІТ-послуги, до складу якої усе включено, та не треба турбуватись про стандартизацію ПЗ і навчання ІТ-співробітників використанню нових версій) [4].

У доповіді висвітлено питання, щодо визначення сучасного стану і тенденцій розвитку використання сучасних ІКТ для систем управління підприємств у країні, досвіду впровадження «хмар» в провідних країнах світу, розглянуто категорії хмарних обчислювань, запропоновано напрями впровадження та використання хмарних технологій як компоненти нових ІКТ для систем управління підприємств.

Підсумовуючи, зазначимо наступне, сьогодні майбутньому впровадження та використання сучасних ІКТ для систем управління українськими підприємствами альтернативи не має і це є інноваційним і пріоритетним напрямом їх розвитку, що забезпечить стабільність діяльності підприємств, їх конкурентоздатність в умовах сучасної економічної кризи.

Список використаних джерел

1. SOS! Человечество тонет в море информации [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kr.ua/daily/210211/267656/>. – Назва з екрана.
2. Дюплесси Стив. Перспективы и преимущества эффективности информационных технологий. Отчет Enterprise Strategy Group. Февраль, 2009 [Електронний ресурс] / Стив Дюплесси. – Режим доступу: <http://www.pcweek.ru/white-papers/detali.ph?ID=119347#bwp>. – Назва з екрана.
3. Демидов М. Среднему и малому бизнесу придется уйти в облака [Електронний ресурс] / М. Демидов // CNews. – Режим доступу:

<http://www.cnews.ru/reviws/index.shtm?2011/05/16/440279>. – Назва з екрана.

4. Івченко Є. І. Підвищення ефективності систем управління підприємствами: упровадження хмарних технологій / Є. І. Івченко // Матеріали ІІІ всеукраїнської науково-практичної конференції «Інформатика та системні науки (ІСН-2012)», 1–3 березня 2012 р. / за ред. д. ф.-м. н., проф. Ємця О. О. – Полтава : ПУЕТ, 2012. – С. 123–125. – ISBN 978-966-184-154-2

УДК 519.8

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА

М. В. Романько, студентка

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского

gesser17@rambler.ru

В работе рассмотрена возможность эффективного использования геоинформационных систем для нахождения оптимального положения объекта логистики.

M. Romanko. Article shows possibility of the effectiveness use of geographic information systems to find the optimal location of the logistics object.

Ключевые слова: ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР, РАЗМЕЩЕНИЕ, ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ.

Keywords: LOGISTICS CENTER, ARRANGEMENTS, GEOINFORMATION SYSTEMS.

Процесс определения местоположения логистического центра (ЛЦ) реализуется в последовательности, представленной на рис. 1, где 1 обозначает процесс анализа информации, определяющей требования к ЛЦ; 2 – процесс изучения факторов, влияющих на местоположение ЛЦ; 3 – формирование перечня требований к предполагаемому месту размещения центра; 4 – выбор района застройки; 5 – оценка выбранного района на соответствие требованиям; 6 – анализ выбранных мест застройки с учетом дополнительных факторов; 7 – формирование перечня рекомендуемых участков застройки [1].

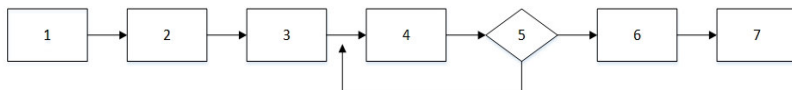


Рисунок 1 – Процесс определения местоположения ЛЦ

Ключевым моментом определения места положения является выбор района застройки. При решении этой задачи необходимо учесть ряд факторов, основными из которых являются транспортная и географическая доступность местности, размер и конфигурация участка, планы местных властей, а также строительные факторы и нормы, регламентирующие местоположение объектов строительства. Поэтому современные работы по территориальному планированию, землеустройству, кадастру требуют системного подхода к решению вопросов территориального размещения. Данный подход успешно реализуется с помощью эффективных компьютерных средств – геоинформационных систем (ГИС). Располагая необходимой совокупностью данных, представляемых в режиме реального времени, пользователи, используя ГИС, имеют возможность принимать оптимальные и безопасные решения, что, в конечном итоге, позволяет строительным организациям эффективно и качественно выполнять свои работы с минимальными затратами [2, 3].

В общем случае, задача определения места положения ЛЦ является оптимизационной. В ней требуется найти такое расположение центра, при котором целевая функция суммарных логистических затрат достигнет своего минимума [3]. Математически эта задача соответствует многокритериальной оптимизации, когда координаты центра (x_0, y_0) определяют из условия, что целевая функция, зависящая от расстояний между элементами цепи с координатами (x_i, y_i) , должна быть минимальной, т. е. [3, 4]:

$$S = \sum_{i=1}^n Q_i T_i d_i + \sum_{j=1}^m Q_j T_j D_j \rightarrow \min, \quad (1)$$

где d_i – расстояние от i -го поставщика до ЛЦ;

D_j – расстояние от j -го потребителя до центра;

n – количество поставщиков;

m – количество потребителей;

Q_i – объем поставки от i -го поставщика в ЛЦ;

Q_j – объем поставки из ЛЦ j -му потребителю;

T_i, T_j – тарифы транспортировки

В существующей литературе по логистике нет полной ясности о том, каким методом находить оптимальные координаты ЛЦ, чтобы обеспечить минимум функции (1) [1, 3, 4].

Проведенный анализ существующих методов определения места положения, их применение в тестовых задачах показали следующие результаты:

- разные методы дают разные координаты положения ЛЦ;
- наибольшей строгостью вычисления обладает метод «центра тяжести»;
- получаемые координаты не всегда оптимальны, поскольку не дают минимума целевой функции (1);
- в некоторых случаях полученные координаты были недопустимы, так как попадали на участки, где строительство запрещено.

Таким образом, существующие методы, используемые в логистике, требуют доработки и адаптации для практического использования. Использование ГИС-технологий для решения вопросов территориального размещения объектов и их комбинирование с методами оптимизации позволит ускорить процесс принятия решений и повысит их обоснованность.

Список использованных источников

1. Гусев С. Проблемы определения местоположения склада / С. Гусев // Логистика. – 2011. – № 2. – С. 53–55.
2. ДеМерс М. Географические информационные системы. Основы / М. ДеМерс. – Москва : Дата+, 1999. – 504 с.
3. Лукинский В. С. Модели и методы теории логистики: учеб. пособие / В. С. Лукинский, И. А. Цвиринько, Ю. В. Малевич ; под ред. В. С. Лукинского. – Санкт-Петербург : СПбГИЭУ, 2003. – 221 с.
4. Константинов Р. В. Проектирование оптимальной складской сети [Электронный ресурс] / Р. В. Константинов. – Инженерный вестник Дона. – 2011. – № 4. – Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2011/581. – Название с экрана.

КОГНІТИВНІ МОДЕЛІ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ І ПРОГРАМАМИ

О. С. Савельєва, *Д. Т. Н., доцент;*

А. В. Торопенко, *К. Т. Н.;*

К. І. Березовська;

О. В. Торопенко;

Хеблов Ісмаїл

Одеський національний політехнічний університет

okssave@mail.ru

Показано, що в багатьох додатках проектного управління найбільший ефект досягається в тому випадку, коли планування та управління проектною діяльністю здійснюється з максимальним наближенням когнітивних моделей переносу забезпечень в управлінні проектом до аналітичних моделей тепломаєобміну в класичній термодинаміці. Наведені приклади використання цього підходу в реальній проектній діяльності.

S. Saveleva, A. Toropenko, K. Berezovska, O. Toropenko, Heblow Ismail. The project management processes cognitive model. It is shown that many applications of project management, the greatest effect is achieved in the case when the planning and management of project activities is carried out with the closest approximation of cognitive models of transfer of collaterals in project management to analytical models of heat and mass transfer in classical thermodynamics. Examples of the use of this approach in real project activities.

Ключові слова: УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ, ПРОЦЕСИ ПЕРЕНОСУ, КОГНІТИВНІ МОДЕЛІ.

Keywords: PROJECT MANAGEMENT, TRANSPORT PROCESSES, COGNITIVE MODELS

Процеси, що описуються жорсткими статистичними законами термодинаміки, завжди самопроизвольні і однозначні з точки зору інтенсивності і напрямку протікання.

У них відсутні поняття мети та доцільності, з ними не можна ні про що «домовитися», не змінюючи термодинамічних умов їх протікання: температури, тиску, концентрації і т. п. Процеси в

управлінні проектами такими якостями не володіють, сам факт їх протікання, а також інтенсивність і напрям останнього, визначаються менеджером відповідного ланки, що діють у рамках усвідомленої ним необхідності і доцільності.

На жаль, у порівнюваних процесів є одне найглибше відмінність: якщо закони термодинаміки порушити не можна, то закони економіки, як і більшість правил, за якими керується проект, – можна! Для обмеження таких порушень зроблена спроба поставити їх у певні рамки, що визначаються штучно створеної, але виявилася дуже корисною, аналогією між управлінням проектами та управлінням тепломасопереносом.

Управління навіть простим проектом – завдання досить складна і багатовимірна, яка в умовах обмеженого часу для прийняття ефективних рішень вимагає, як правило, максимального напруження всіх доступних менеджменту ресурсів. Хоча планування проектної діяльності і є одним з основних етапів управління проектом, з-за турбулентного оточення практично ніколи неможливо передбачити очікують таку діяльність несподівані, не передбачені планом, події – ризики [1].

Реалізація незапланованих подій може стати для управління непосильною ношею і призвести до зриву проекту або втрату його конкурентоспроможності [1]. Пошук рішень, що запобігають такий результат, – основна проблема, що лежить в основі цього дослідження.

За будь-якої декомпозиції будь-який елемент проекту або будь-яка їх група знаходяться в зоні проектного ризику і не гарантовані від настання одного або декількох ризикових подій [2]. Після настання ризикової ситуації її наслідки поширюються на інші ПЕ, далі – на наступні і можуть охопити весь проект.

Оскільки процеси тепломасопереносу описуються в термодинаміці аналітичними рівняннями, створення аналогій останніх з процесами в управлінні проектами повинно починатися з побудови таких рівнянь. Очевидно, що в проектній діяльності такі моделі можуть бути тільки когнітивними, тобто заснованими на знаннях у предметній області. Тому побудова когнітивних моделей починається з визначення елементів досліджуваної системи і встановлення зв'язків між ними.

Сформулюємо наступну наукову гіпотезу, що лежить в основі цієї роботи. Якщо організувати процес управління проектом так, щоб на всьому його протязі дотримувалося крите-

ріальне подібність між змінами його параметрів та змінами параметрів одного з термодинамічних процесів, то при цьому досягає екстремальної доцільності і результат управління проектом. До параметрів такої доцільності можуть бути віднесені фінансові та матеріальні витрати, терміни, характеристики людського фактора і багато іншого. Поліпшення цих параметрів тільки за рахунок застосування подібності в проектній діяльності свідчить про вірність представлені гіпотези.

Список використаних джерел

1. Aubert V. A. A framework for information technology outsourcing risk management / V. A. Aubert, M. Party, S. Rivard // The Data Base for Advances in Information Systems. – 2006. – V. 13(2). – P. 122–127.
2. Квашук В. П. Механізми управління розподілом ресурсів у проєктах розвитку складних соціально-економічних систем / В. П. Квашук, Ю. П. Рак, В. В. Бондаренко // Управління розвитком складних систем. – 2013. – № 15. – С. 25–29.

УДК 519.7

ПРО ПОВЕДІНКУ МОБІЛЬНИХ АГЕНТІВ НА РЕГУЛЯРНИХ ГРАФАХ

С. В. Сапунов, к. ф.-м. н., науковий співробітник
Інститут прикладної математики і механіки НАН України
sapunov_sv@yahoo.com

В статті розглядається задача збереження напрямку руху колективу мобільних агентів на регулярному графі ступеня 2, який укладено на одновимірну цілочисельну решітку.

Sapunov S. V. On the mobile agents behavior on regular graphs. In the article are discussed the problem of a compassless finite automata unidirectional movement preservation on infinite path graph which is embedded on the one-dimensional integer lattice.

Ключові слова: РЕГУЛЯРНИЙ ГРАФ, КОЛЕКТИВ АВТОМАТІВ, ОДНОСКЕРОВАНЕ ПЕРЕМІЩЕННЯ.

Keywords: REGULAR GRAPH, COLLECTIVE OF AUTOMATA, UNIDIRECTIONAL MOVEMENT.

У доповіді під агентом розуміється скінчений автомат. Доповідь присвячено проблематиці пов'язаній з автоматним аналізом дискретних структур (зображень, графів, формальних мов і т. д.) [1]. Дослідження у цьому напрямку отримали широкий спектр застосувань, наприклад, до задач навігації мобільних роботів [2]. Взаємодія автоматів (або їх колективів) з середовищем часто зображується як процес пересування автоматів середовищем. При цьому вважається, що автомати розрізняють напрямки у середовищі, тобто мають компас [1]. У доповіді розглянуто колективи автоматів без компасу. Задача полягає у знаходженні необхідних і достатніх умов у вигляді обмежень на властивості автоматів та структуру колективу, за яких колектив як єдиний, пов'язаний взаємодією об'єкт, зберігає постійний напрямок руху в середовищі.

Операційним середовищем E назвемо нескінчений в обидва боки ланцюг (регулярний граф ступеня 2), який укладено на одновимірну цілочисельну решітку. Покладемо, що середовищем E пересувається скінчений автомат A . На вхід йому подається інформація про поточну вершину та її оточення. Виходом автомату є перехід до вершини суміжної поточній, яку вибрано у результаті аналізу входу. Якщо автомат A розрізняє вершини у поточному оточенні за координатами напрямків у середовищі E , то називатимемо його автоматом з компасом. У протилежному випадку, якщо він не використовує координатну систему, називатимемо його автоматом без компаса. У середовищі E також розглядатимемо колектив взаємодіючих автоматів $A = (A_1, A_2, \dots, A_{m+1})$. Кожному автомату A_i на вхід, окрім інформації щодо поточної вершини та її оточення, подається також інформація про наявність у вершині інших автоматів колективу A та їх стани. Якщо кожен з автоматів з колективу A є автоматом без компаса, то A називатимемо колективом автоматів без компаса. Надалі розглядаються саме такі колективи.

Нехай автомат $A_i \in A$ у момент часу t знаходиться у вершині $v_i(t) = a_i$. Координатою колективу A у момент часу t називатимемо число $v_A(t) = (v_1(t) + \dots + v_m(t)) / m$. Діаметром колекти-

ву називатимемо величину $d_A = \max\{|a_k - a_l| \mid 1 \leq k, l \leq m\}$. Пересування колективу A називатимемо рівномірним та скерованим, якщо його діаметр обмежено деякою константою та існує такий натуральний період T , що для будь-якого моменту часу t виконується $v_A(t+T) - v_A(t) = v_A(t+2T) - v_A(t+T)$.

Нехай $J \subset \{1, \dots, m\}$. Підсистему $(A_j)_{j \in J}$ колективу взаємодіючих автоматів A називатимемо каменями у колективі A , якщо для будь-якого $j \in J$ виконуються дві наступні умови: (1) A_j має лише один стан; (2) A_j може лише якщо з ним на одній і тій самій вершині знаходиться автомат A_i ($i \notin J$), причому A_j може переходити лише в ту саму вершину, що й A_i . Для автоматів, що не є каменями, камені відіграють роль зовнішньої пам'яті. Колективом взаємодіючих автоматів типу $(1, m)$ назвемо колектив $A = (A_1, A_2, \dots, A_{m+1})$, що складається з одного автомата A_1 та m каменів A_2, \dots, A_{m+1} .

Теорема. (1) При $0 \leq m \leq 3$ не існує колективу з 1 автомата та m каменів (колективу типу $(1, m)$), який здійснює рівномірне скероване пересування у середовищі E . (2) Існує колектив, що складається з 1 автомата і 3 каменів (колектив типу $(1, 3)$), який здійснює рівномірне скероване пересування у середовищі E .

В доповіді наведено необхідні і достатні умови за яких колектив без компаса, який складається з автомату і скінченого набору каменів, зберігає напрямок руху у середовищі, що моделюється за допомогою регулярного графу ступеня 2. Тим самим закладено підвалини для подальших досліджень поведінки автоматів та їх колективів у дискретних топологічних середовищах.

Список використаних джерел

1. Килибарда Г. Коллективы автоматов в лабиринтах / Г. Килибарда, В. Б. Кудрявцев, Ш. М. Ушчумлич. // Дискретная математика. – 2003. – Т. 15, № 3. – С. 3–39.
2. Dudek G. Computational Principles of Mobile Robotics / G. Dudek, M. Jenkin. – Cambridge : Cambridge University Press, 2010. – 406 с.

ЧИСЛЕННАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТЕХНОГЕННОЙ АВАРИИ

Ю. А. Скоб, к. т. н., доцент

Национальный аэрокосмический университет «ХАИ»
yuriy.skob@gmail.com

Д. В. Евтушенко, студент

Национальный аэрокосмический университет «ХАИ»
yevtushenkodmytrov@gmail.com

Ю. В. Бондаренко, студент

Национальный аэрокосмический университет «ХАИ»
enotmandarin@gmail.com

А. С. Тищенко, студент

Национальный аэрокосмический университет «ХАИ»
tyshchenko.olexandr@gmail.com

Рассматривается технология вероятностной оценки последствий техногенной аварии на основе математического моделирования движения газовой смеси в атмосфере

Skob Y. A., Yevtushenko D. V., Bondarenko Y. V., Tyshchenko A. S. Numerical safety estimation in technogenic accident. It is considered the computing technology of probability assessment of technogenic accident consequences based on mathematical modeling of the gas mixture motion in the atmosphere

Ключевые слова: ГАЗОВАЯ СМЕСЬ, ПРОБИТ-АНАЛИЗ, ВЕРОЯТНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ.

Keywords: GAS MIXTURE, PROBIT ANALYSIS, CONSEQUENCES PROBABILITY.

Техногенные аварии на промышленных предприятиях часто сопровождаются выбросом в атмосферу токсичных и горючих газов, формированием взрывоопасных смесей с последующим их взрывом и пожаром. В результате таких аварий возможны следующие процессы, представляющие опасность для людей: ударно-волновое воздействие при распространении волны сжатия в атмосфере; ингаляционное воздействие отравляющих веществ при распространении их в атмосфере в газовой фазе; тепловое излучение, возникающее в результате пожаров или сгорания газовых облаков.

Прогноз и анализ воздействия техногенной аварии основан на математическом моделировании движения многокомпонентного газа в приземном слое атмосферы с учетом химического взаимодействия [1].

Компьютерное решение системы фундаментальных уравнений газовой динамики для смеси, дополненной законами сохранения массы примесей в интегральной форме, получено явным методом С. К. Годунова [2].

В результате моделировании рассеяния и взрыва горючей (токсичной) газовой примеси в атмосфере можно получить функции изменения во времени и пространстве массовой концентрации примеси Q , давления P и температуры T смеси. На основании этих функций определяются все основные характеристики опасности воздействия на персонал.

Рассмотрим технологию определения вероятности поражения. Пусть интегральная степень воздействия t является случайной, удовлетворяющей нормальному закону распределения с математическим ожиданием равным 5 и дисперсией равной 1. В этом случае величина вероятности поражения P (измеряется в долях единицы) может быть оценена по формуле

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{Pr} e^{-\frac{1}{2}(t-5)^2} dt. \quad (1)$$

С другой стороны интегральную степень воздействия t можно оценить с помощью уравнения регрессии вида $t = a + b f(\vec{x})$, где $\vec{x} = \{x_k\}$ – количественные оценки поражающих факторов, a , b – коэффициенты уравнения регрессии.

Задавая верхний предел интеграла (1) (пробит-функцию $P_r = t|_{\vec{x}}$), можно определить вероятность поражения при заданных значениях поражающих факторов (максимальное избыточное давление ΔP_ϕ , импульс фазы сжатия ударной волны I_+ , токсодоза, тепловой поток излучения). Например, пробит-функцию для летального исхода обслуживающего персонала вследствие воздействия ударной взрывной волны можно определить по формуле

$$P_r = 5 - 2,44 \cdot \ln \left[7,38 / \Delta P_\phi + 1,9 \cdot 10^3 / (\Delta P_\phi \cdot I_+) \right]. \quad (2)$$

Обычно для определения вероятности поражения по значению пробит-функции пользуются таблицей значений интеграла (1). Для автоматизации процесса предлагается заменить таблицу кусочно-кубическим эрмитовым сплайном Чернышева Ю. К. [3]. Данный сплайн обладает характеристиками, позволяющими ликвидировать осцилляции аппроксимируемой функции в промежутках.

В докладе предложена вычислительная технология оценки вероятности последствий техногенной аварии на основе трехмерной модели движения газовых смесей в приземном слое атмосферы.

Список использованных источников

1. Numerical Modeling of Hydrogen Release, Mixture и Dispersion in Atmosphere [Электронный ресурс] / E. A. Granovskiy, V. A. Lyfar, Yu. A. Skob, M. L. Ugryumov // 1-st International Conference on Hydrogen Safety. – Pisa (Italy). – 2005. – 11 p. – Режим доступа: <http://conference.ing.unipi.it/ichs2005/Papers/110021.pdf>. – 3.02.2013. – Название с экрана.
2. Численные решение многомерных задач газовой динамики / С. К. Годунов, А. В. Забродин, М. Я. Иванов, А. Н. Крайко, Г. П. Прокопов. – Москва : Наука, 1976. – 400 с.
3. Чернышев Ю. К. Выпуклые векторные сплайны в применении к профилированию лопаток ГТД / Ю. К. Чернышев // *Авиационно-космическая техника и технология* : сб. науч. трудов. Вып. 21. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2000. – С. 16–18.

УДК 517.6

ПРО ОДИН МЕТОД РЕСТАВРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

О. В. Славік, аспірант

Українська інженерно-педагогічна академія
aleksey.slavik@yandex.ru

В даній роботі розглянуто модифікований метод інтеграції функції та його застосування у відновленні освітленості на прикладі тестового зображення.

Slavik O. V. About one method of restoration of images. In given work considered modified method of interstripation of functions and its application in the reconstruction of brightness for test image.

Ключові слова: ІНТЕРСТРІПАЦІЯ, ІНТЕРЛІНАЦІЯ, РЕСТАВРАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ.

Keywords: INTERSTRIPATION, INTERLINATION, RESTORATION OF IMAGES.

Вважаємо, що зображення поверхні відоме лише на системі горизонтальних смуг вигляду:

$$D_{2,l} = \{y_{1,l} \leq y \leq y_{2,l}, x \in [1, n]\}, \quad l = \overline{1, m}, \quad (1)$$

та на системі вертикальних смуг вигляду:

$$D_{1,k} = \{x_{1,k} \leq x \leq x_{2,k}, y \in [1, m]\}, \quad k = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Поверхня Σ , яку ми хочемо відновити, вважається відомою лише на вказаних смугах. В результаті отримаємо набір невідомих прямокутних областей $\Pi_{i,j} = [x_{1,i}, x_{2,i}] \times [y_{1,j}, y_{2,j}]$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$, які треба відновити.

Викладемо алгоритм знаходження невідомих значень зображення між взаємноперпендикулярними смугами:

1. Для кожної прямокутної матриці $\Pi_{i,j}$ розмірності $w \times h$, $w = x_{2,i} - x_{1,i}$, $h = y_{2,j} - y_{1,j}$, з відомих областей зображення беремо наступні чотири підматриці тієї ж розмірності:

$$\omega_1 = [x_{1,i} - w, x_{2,i} - w] \times [y_{1,j}, y_{2,j}], \quad (3)$$

$$\omega_2 = [x_{1,i} + w, x_{2,i} + w] \times [y_{1,j}, y_{2,j}], \quad (4)$$

$$\omega_3 = [x_{1,i}, x_{2,i}] \times [y_{1,j} - h, y_{2,j} - h], \quad (5)$$

$$\omega_4 = [x_{1,i}, x_{2,i}] \times [y_{1,j} + h, y_{2,j} + h]. \quad (6)$$

2. Обчислюємо такі значення:

$$\Delta_l(i, j) = \frac{1}{9} \sum_{k=-1}^1 \sum_{r=-1}^1 \omega_l(i+k, j+r), l = \overline{1, 4}. \quad (7)$$

3. Обчислюємо значення освітленості зображення наступним чином:

$$\omega(i, j) = \Delta(i, j) = \sum_{k=1}^4 \alpha_k(i, j) \Delta_k(i, j), \quad (8)$$

де

$$\alpha_1(i, j) = \frac{i - x_{2,l}}{x_{1,l} - x_{2,l}}, \quad (9)$$

$$\alpha_2(i, j) = \frac{i - x_{1,l}}{x_{2,l} - x_{1,l}}, \quad (10)$$

$$\alpha_3(i, j) = \frac{j - y_{2,l}}{y_{1,l} - y_{2,l}}, \quad (11)$$

$$\alpha_4(i, j) = \frac{j - y_{1,l}}{y_{2,l} - y_{1,l}}. \quad (12)$$

4. Повторюємо кроки 1–3 для кожної області $\Pi_{i,j}$. Области зображення, які не потрапили до жодної області $\Pi_{i,j}$ залишаємо без змін.

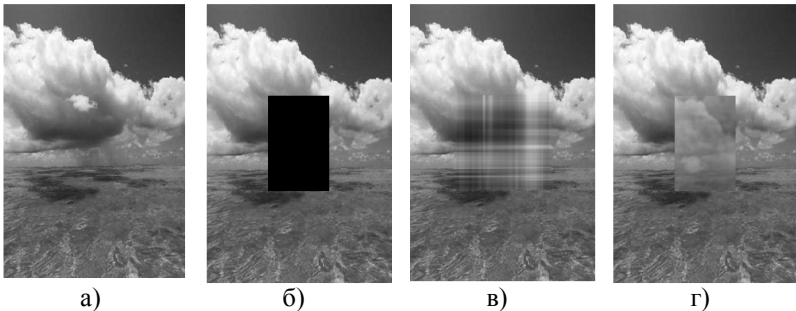


Рисунок 1 – Результати обчислювального експерименту (а – оригінал зображення, б – зображення з невідомою областю, в – класична інтерстрація, г – модифікована інтерстрація)

Список використаних джерел

1. Матвеева С. Ю. Математичне моделювання поверхні тіла методами інтерстріпації функцій за даними радіолокації : дис. канд. фіз.-мат. наук / Матвеева Світлана Юріївна – Харків, 2014. – 126 с.

УДК 004.41:004.056

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ И ПРИЧИН РИСКА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ЭТАПОВ И РАБОТ, ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КОТОРЫХ ВОЗНИКАЕТ РИСК

А. А. Смирнов, д. т. н., профессор

Кировоградский национальный технический университет
dr.smirnova@gmail.com, <http://it-kntu.kr.ua>

А. В. Коваленко, к. т. н., доцент

Кировоградский национальный технический университет

В статье исследуются источники и причины риска разработки программного обеспечения, этапов и работ, при выполнении которых возникает риск

Smirnov O. A., Kovalenko O. V. The article examines the sources and causes of the risk of software development stages and works, under which there is a risk

Ключевые слова: ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, РИСК.

Keywords: SOFTWARE, RISK.

Проведенные исследования показали, что методика качественной оценки рисков проекта является описательной, и представляет собой процесс, направленный на выявление конкретных рисков проекта, а так же порождающих их причин, с последующей оценкой возможных последствий и выработку мероприятий по работе с рисками. В процессе качественного анализа рисков происходит выработка метрик, отвечающих за определение граничных показателей факторов, символизирующих о проявление риска/ов.

Рассматривая первый пункт, приведенного выше перечня действий по качественному и количественному анализу рисков, заметим, что исходные данные для выявления и описания характеристик рисков могут браться из разных источников:

- база знаний организации;

- информация из открытых источников, научных работ;
- маркетинговая аналитика;
- опрос экспертов и др.

Ряд известных авторов, проведя исследования, выявили наиболее распространенный риск при разработке ПО. Например, авторы Демарко и Листер приводят свой список из пяти наиболее важных источников рисков любого проекта разработки ПО:

- изъяны календарного планирования;
- текучесть кадров;
- раздувание требований;
- нарушение спецификаций;
- низкая производительность.

Можно отметить, что данный перечень имеет обобщенный характер, что в значительной степени затрудняет метрическую оценку приведенного списка.

Барри Бозм в своей работе расширяет список до 10 наиболее распространенных рисков программного проекта:

1. Дефицит специалистов.
2. Нереалистичные сроки и бюджет.
3. Реализация несоответствующей функциональности.
4. Разработка неправильного пользовательского интерфейса.
5. «Золотая сервировка», перфекционизм, ненужная оптимизация и оттачивание деталей.
6. Непрерывающийся поток изменений.
7. Нехватка информации о внешних компонентах, определяющих окружение системы или вовлеченных в интеграцию.
8. Недостатки в работах, выполняемых внешними (по отношению к проекту) ресурсами.
9. Недостаточная производительность получаемой системы.
10. «Разрыв» в квалификации специалистов разных областей знаний.

Однако и этот перечень не полный, и неструктурированный. Это затрудняет процесс оценки взаимовлияния приведенных рисков друг на друга.

В соответствии с данными исследованиями риски классифицируются по следующим признакам:

- среда (внутренний, внешний риск);

- природа (экономический, технический, технологический);
- сфера (риск проекта, процесса, продукта);
- уровень (от критического к незначительному риску);
- отрасль воздействия (риск невыполнения бюджета проекта, риск невыполнения плана проекта, риск невыполнения качества проекта);
- звено управления риском (риск отдельного процесса, риск проекта, риск компании).

Однако подобная классификация делает акцент на проектах разработки программных систем, которые не связаны с процессами их дальнейшего внедрения и адаптации систем в условиях конкретной организации, эксплуатации в условиях возможных внешних злоумышленных воздействий. Поэтому представляется целесообразным необходимость рассматривать отдельно:

- организационные риски, которые связаны с тем, что проект вызовет такие изменения в структуре и бизнес-процессах кампании, которые нивелируют запланированные выгоды;
- операционные риски, связанные с неконтролируемым ростом затрат на эксплуатацию системы;
- социальные риски, связанные с неадекватным поведением участников проекта;
- эксплуатационные риски, связанные с возможными будущими финансовыми, имиджевыми и другими потерями в случае наличия потенциальных уязвимостей проектов.

УДК 004.49.5

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗОВОГО МНОЖЕСТВА МАРШРУТОВ ПЕРЕДАЧИ МЕТАДАНЫХ В ОБЛАЧНЫЕ АНТИВИРУСНЫЕ СИСТЕМЫ

А. А. Смирнов, д. т. н., профессор

*Кировоградский национальный технический университет
dr.smirnova@gmail.com, <http://it-kntu.kr.ua>*

С. А. Смирнов, аспирант

Кировоградский национальный технический университет

А. К. Дидык, к. т. н., доцент

Кировоградский национальный технический университет

В статье рассматривается алгоритм формирования базового множества маршрутов передачи метаданных в облачные антивирусные системы

Smirnov O. A., Smirnov S. A., Didyk O. K. The article discusses the algorithm of forming a plurality of base transmission routes metadata cloud antivirus system

Ключевые слова: ПЕРЕДАЧА МЕТАДААННЫХ, ОБЛАЧНЫЕ АНТИВИРУСНЫЕ СИСТЕМЫ.

Keywords: TRANSFER METADATA CLOUD ANTIVIRUS SYSTEM.

В данной работе описан алгоритм метода безопасной маршрутизации метаданных в облачные антивирусные системы. Основными составляющими метода являются: алгоритмы формирования множества маршрутов передачи метаданных, способ контроля линий связи ТКС и модели системы нейросетевых экспертов безопасной маршрутизации.

Отличительной особенностью алгоритмов формирования множества маршрутов передачи метаданных является показатель оптимизации и вводимые ограничения безопасной маршрутизации.

Новизна способа контроля линий связи ТКС заключается в учете «скомпрометированных» бит данных специальных сигнатур, передаваемых в облачные антивирусные системы. Это позволит снизить вероятность манипуляций метаданными, передаваемыми в узлы программного сервера.

Пусть программный клиент облачной антивирусной системы инсталлирован на некотором узле i , относительно которого существуют множества: $U = \{u_\alpha \mid \aleph(u_\alpha) \subset \aleph\}$ – уровней иерархии на дереве допустимых маршрутов; $\aleph_{\text{баз}} = \bigcup_{u_\alpha=1}^{|\mathcal{U}|} \aleph(u_\alpha)$ – искомым путей передачи метаданных; $\aleph_{\text{вб}} \subset \aleph_{\text{баз}}$ – множество маршрутов передачи метаданных, выбранных из множества $\aleph_{\text{баз}}$ для повышения безопасности, где u_α – номер уровня иерархии.

Выдвинутые предположения, а также основные процедуры рассматриваемого алгоритма формирования базового множества маршрутов передачи метаданных позволяют сформулировать оптимизационную задачу повышения оперативности передачи метаданных в пределах множества маршрутов $\aleph_{\text{вб}}$:

$$T_{\text{тс}}(\mathfrak{N}_{\text{вб}}) \rightarrow \min; \quad (1)$$

$$|U| = \{u_\alpha \mid \mathfrak{N}(u_\alpha) \subset \mathfrak{N}\}; \quad (2)$$

$$\mathfrak{N}_{\text{баз}} = \bigcup_{u_\alpha=1}^{|U|} \mathfrak{N}(u_\alpha), \quad |U| \geq 1, \quad |U| < \max_{\eta_m \in \mathfrak{N}} |\eta_m|; \quad (3)$$

$$\mathfrak{N}_{\text{вб}} = \bigcup_{u_\alpha=1}^{|U|} \mathfrak{N}_{\text{баз}}(u_\alpha); \quad (4)$$

$$P_{\text{без}} \geq P_{\text{без, доп}}. \quad (5)$$

где $P_{\text{без, доп}}$ – допустимая вероятность безопасной передачи данных.

В том случае, если не найдено ни одного распределения из множества $\mathfrak{N}_{\text{вб}}$, удовлетворяющего ограничению (5), необходимо расширить $\mathfrak{N}_{\text{вб}}$ путем его объединения с множеством маршрутов следующего уровня иерархии в соответствии с (1)–(4).

Следует заметить, что при решении поставленной задачи формирования базового $\mathfrak{N}_{\text{баз}}$ множества маршрутов передачи метаданных известными алгоритмами поиска кратчайших путей в большинстве практических случаев приходится сталкиваться с проблемой «зацикливания» данных в найденных путях («петель»). Это приводит к увеличению времени передачи информационных пакетов, а зачастую и их потере.

Избежать «петель» можно введя ограничения (условие постоянного отсутствия «петель»), представленные в виде выражений:

$$T_{k,j} \leq T_{i,j \text{ min}}; \quad (6)$$

$$T_{k,j \text{ min}} \leq T_{i,k,j}, \quad k \in \mathfrak{R}, \quad (7)$$

где $T_{k,j \text{ min}}$ – кратчайшее «расстояние» (минимальное время передачи информационных пакетов) от узла k к адресату j ;

$T_{i,k,j}$ – «расстояние» (время передачи информационных пакетов) от узла i к адресату j через узел k .

Это условие проверяется на шаге 7 рассмотренного алгоритма.

В отличие от известных алгоритмов в которых не учитывается возможность компрометации (в результате кибератаки) маршрутов в разработанном алгоритме этот фактор учтен.

После того как сформировано базовое $\aleph_{\text{баз}}$ множество маршрутов передачи метаданных необходимо проводить постоянный мониторинг каналов связи и адаптивно изменять таблицы базового множества маршрутов в случае аномальных изменений в показателях тестовых сигналов. Для решения этой задачи предназначен алгоритм безопасной маршрутизации на базовом множестве путей передачи метаданных в программный сервер.

УДК 004.588+519.852

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВЕБ-ТРЕНАЖЕРІВ З МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Д. О. Собко, студент групи І-41

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

sobko.d@ukr.net

Спроектовано та створено програмну платформу для побудови веб-тренажерів з математичних дисциплін ВНЗ. Розроблено алгоритм навчального тренажеру з розв'язання задач лінійного програмування (ЗЛП) симплекс-методом. Створено тренажер на базі розробленої програмної платформи, який в інтерактивному режимі навчає студента розв'язувати ЗЛП.

Sobko D. O. The software platform for building Web simulators of mathematical disciplines are designed and created. For solving of linear programming problems (LPP) by simplex method the algorithm training simulator is designed. On base of the software platform the simulator is developed. The simulator teaches the student to solve LPP interactively.

Ключові слова: ПРОГРАМНА ПЛАТФОРМА, ТРЕНАЖЕР, ЛІНІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ, СИМПЛЕКС-МЕТОД.

Keywords: SOFTWARE PLATFORM, SIMULATORS, LINEAR PROGRAMMING, SIMPLEX-METHOD.

Спроектовано та реалізовано програмну платформу (фремворк) для створення веб-тренажерів. Обрана мова програму-

вання JavaScript, яка краще за інші підходить для розробки веб-тренажерів. Для спрощення було використано сучасний веб-фреймворк AngularJS, який широко використовується останнім часом розробниками багатьох веб-сайтів та додатків. Він призначений для розробки односторінкових додатків. Його цілю є розширення браузерних додатків на основі MVC шаблону, а також спрощене тестування та розробка.

Описано алгоритм навчального тренажеру, який симулює процес навчання викладача зі студентом. На базі розробленого фреймворку реалізовано алгоритм тренажеру. Під час розробки знайдено шлях до створення більш універсальної програмної платформи, яка допоможе значно відійти від процесу програмування та перейти до побудови тренажерів за принципом складання конструктора. Такий підхід використовується в наш час при розробці складних 3D ігр, де процес розробки поділено на 2 частини – програмування та зв'язування об'єктів між собою певними діями.

В рамках курсового проекту вдалося реалізувати фреймворк, на базі якого було створено універсальний тренажер по розв'язанню задач лінійного програмування симплекс-методом. Під словом «універсальний» розуміється здатність навчати студента використовуючи будь-який приклад. Таким чином, тренажер стає актуальним на період всього навчання. Студент має можливість крок за кроком розв'язувати приклади з різними числовими даними та кінцевими результатами.

Створений фреймворк містить ряд функцій, які призначені для побудови математичних форм, шляхом розпізнавання спеціально створеної мови розмітки. Реалізована можливість розширювати мову розмітки, тобто вносити свої власні функції з будь якими іменами в рамках окремо взятого тренажеру. Далі наведено код, який обробляється фреймворком та перетворюється у гарну форму з багатьма функціями.

```
webT.form("firstForm", {
  structure : ["func{F(x)}comparison{c1;LR;=}
<float[number;w;0]*find[x;1]...+|@n=2|@m=8>
'->'list{fistList;max,min;1}"],
  options : {
    repeat : {
      from : [1], to : [1]
    }
  }
});
```

Далі зображено результат обробки віще вказаного коду. Програмним шляхом створюється цільова функція для задачі лінійного програмування, з можливістю розширення, задавання власних значень та змінювання деяких інших параметрів (див. рис. 1).

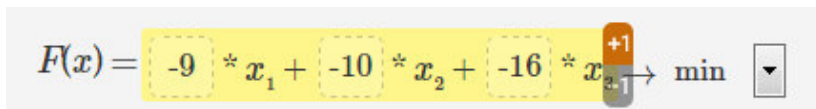

$$F(x) = -9 * x_1 + -10 * x_2 + -16 * x_3 \rightarrow \min$$

Рисунок 1 – Побудова цільової функції за допомогою фреймворку

Також фреймворк здатний будувати та зв'язувати між собою не тільки форми, а ще таблиці, повідомлення та матриці. Кожен тренажер складається з різних модулів, які містять в собі функції для налаштування та взаємодії з іншими модулями. Кожен модуль легко підключається до тренажера та налаштовується. Наприклад, для того щоб створити тест з декількома варіантами відповідей, розробнику не потрібно програмувати функціонал, досить лише вказати назву тесту, питання, варіанти відповідей та створити не велику функцію, яка буде реалізовувати наступні кроки тренажера, відносно відповіді студента. За таким самим принципом створюються таблиці, матриці, тощо.

Подальша розробка фреймворка здатна суттєво вплинути на розвиток дистанційного навчання, оскільки студенти отримуватимуть не лише теоретичний матеріал, але й практичний. Викладач в свою чергу отримає віртуальних помічників, які за його методикою зможуть навчати студентів, оскільки кожен тренажер можливо побудувати по-своєму.

Список використаних джерел

1. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах / И. Л. Акулич. – Москва : Высш. шк., 1986. – 319 с.
2. AngularJS – Супер-героический фреймворк для веб-приложений! [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://angular.ru>. – Назва з екрана.

МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ МЕЖДУ КЛИЕНТСКОЙ И СЕРВЕРНОЙ ЧАСТЯМИ

Б. В. Сорокин, бакалавр

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
sorokin.bohdan@gmail.com

В статье рассматриваются существующие протоколы обеспечивающие взаимодействие web-приложений, их преимущества, недостатки и способы оптимизации.

Sorokin V. B. Models of interaction of WEB-applications between client and server. This article about existing protocols to ensure the interaction of web-applications, their advantages, disadvantages and methods of optimization.

Ключевые слова: HTTP, WEBSOCKET, ПРОТОКОЛ.

Keywords: HTTP, WEBSOCKET, PROTOCOL.

HTTP – протокол прикладного уровня передачи данных. Основой HTTP является технология «клиент-сервер», то есть предполагается существование потребителей (клиентов), которые инициируют соединение и посылают запрос, и поставщиков (серверов), которые ожидают соединения для получения запроса, производят необходимые действия и возвращают обратно сообщение с результатом.

Когда HTTP был создан и выпущен в мир, он воспринимался как простой и достаточно прямолинейный протокол и перед ним стояли конкретны задачи – передача данных в виде гипертекстовых документов в формате HTML. Но время показало что это не так и в настоящее время протокол используется для передачи самых различных данных.

В настоящее время большинство сайтов работают с протоколом HTTP 1.1, который оказался немного более гибким и оптимизированным по сравнению с HTTP 1.0, но по прежнему не смог избавиться от многих недостатков, таких как:

- чувствительность к задержкам, частично из-за того, что в конвейерной передаче HTTP по-прежнему хватает проблем и она отключена у подавляющего числа пользователей;
- блокировка начала очереди;

– к каждому запросу обязательно добавляется заголовок, что приводит к увеличению трафика и затратам ресурсов сервера на чтение заголовка (может оказаться критичным при использовании Polling или Long Polling подходов).

Способы оптимизации:

– использование спрайтов (объединение мелких изображений для уменьшения количества запросов на сервер);

– использование data-url встроенных в CSS файл вместо картинок;

– объединение js и css файлов.

– шардинг – размещение ресурсов на различных серверах, горизонтальное масштабирование.

На базе протокола SPDY (разработан и иницирован в Google) была разработана и представлена в спецификации RFC 7540 новая версия HTTP протокола – HTTP 2.

Основные задачи, которые были достигнуты в новом протоколе:

– сжатия данных в заголовках HTTP;

– использования push-технологий на серверной стороне;

– конвейеризация запросов;

– устранения проблемы блокировки «head-of-line» протоколов HTTP 1/1.1;

– мультиплексирование множества запросов в одном соединении TCP.

Данные изменения позволили ускорить работы протокола, оптимизировать трафик и уменьшить нагрузку на сервер и клиент.

HTTP 2 хорошо подходит для статических приложений, но если появляется необходимость сделать динамическое приложение с возможностью инициирования событий на клиенте со стороны сервера (Real-time Web Application) данный протокол не справляется с такой задачей. Для реализации подобных задач на HTTP протоколе можно использовать Polling либо Long Polling подходы, но они очень негативно скажутся на производительности приложения.

Для реализации Real-time Web Application рекомендуется использовать WebSocket. WebSocket – протокол полнодуплекс-

ной связи поверх TCP-соединения, предназначенный для обмена сообщениями между браузером и веб-сервером в режиме реального времени. Данный протокол позволяет получать информацию о каких-либо событиях на клиенте или на сервере практически мгновенно, и уменьшает расходы трафика, так как не добавляет к своим запросам заголовки. Стоит учитывать что WebSocket на время сессии держит соединение открытым.

Список использованных источников

1. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / Олифер В. Г., Олифер Н. А. – Санкт-Петербург : Питер, 2001. – 672 с.
2. Золотов С. Протоколы Internet / Золотов С. – Санкт-Петербург : BHV-Санкт-Петербург, 1998. – 786 с.
3. Документы RFC-1945, RFC-2068, RFC-2069, RFC 2616.

УДК 004.942:004.021

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ПРИ СВЯЗАННЫХ АРГУМЕНТАХ

А. Л. Становский, д. т. н., профессор;

В. В. Бондаренко;

В. В. Добровольская;

Осама Абу Шена;

И. А. Саух

*Одесский национальный политехнический университет
stanovsky@mail.ru*

Показано, что оптимизация сложных систем в САПР должна учитывать в качестве ограничений объективно существующую связь в пределах некоторой области оптимизирующих аргументов между отдельными элементами этих систем. Рассмотрены проблемы «обратной» оптимизации, когда целевыми функциями являются параметры области связности.

A. Stanovsky, V. Bondarenko, V. Dobrovolska, Osama Abu Shen, I. Saukh. The elements connect optimization in CAD. It is shown that optimization of difficult systems in CAD has to consider as restrictions objectively existing communication within some area of the optimizing arguments between separate elements of these systems. Problems of the

“return” optimization when criterion functions are connectivity area parameters.

Ключевые слова: СВЯЗАННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ПАРАМЕТРЫ ОБЛАСТИ СВЯЗНОСТИ, ОБРАТНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ.

Keywords: ELEMENTS CONNECT, CONNECTIVITY AREA PARAMETERS, RETURN OPTIMIZATION.

Для эффективного решения многих задач оптимизации сложных систем в САПР важное значение имеет результат выбора соответствующей целевой функции. При таком выборе внимание необходимо обращать не только на функциональные параметры проектируемой системы, но и на некоторые исходные, данные извне ограничения, которые столь важны для характеристик будущей системы, что их лучше было бы получать именно в результате оптимизации. Но существуют и менее очевидные параметры систем, которые сами являются «вторичными» при решении некоторых задач оптимизации и которые возникают лишь в результате глубокого анализа процессов, протекающих в объекте проектирования во время его жизненного цикла. К таким параметрам можно отнести показатели связности элементов сложных систем, в самой возможности реально или виртуально влиять на эту связность и находить за счет такого воздействия дополнительные возможности создания современной продукции с «заоптимальными» свойствами.

Многокритериальная оптимизация или программирование – это процесс одновременной оптимизации двух или более конфликтующих целевых функций в заданной области определения [1]. При автоматизированном проектировании систем часто возникает проблема, вызванная тем, что отдельные параметры той или иной системы принадлежат одновременно двум или более ее элементов. Подобные связи между параметрами элементов является жестким ограничением и, например, при последовательном проектировании элементов являются проектируемыми параметрами только для первого из них.

Такой подход может, как упрощать проектирование (как минимум, одним расчетным параметром меньше), так и существенно затруднять его, заставляя неоднократно возвращаться к уже спроектированных элементов или проектировать систему в

целом одновременно. Для решения задачи оптимизации в этом случае используется комплексный генетический алгоритм, дополненный блоком учета новых ограничений. В последнее время появились работы, в которых упомянутые выше связи между элементами систем, не являются жесткими. Наличие таких связей позволяет решать задачи оптимизации систем более эффективно, например, глубже, чем по Парето.

Во всех этих случаях дополнительные связи между параметрами элементов проектируемых систем используются исключительно в качестве жестких или гибких ограничений на изменения варьируемых в процессе оптимизации параметров. В данной работе предлагается задача, в процессе решения некоторой оптимизации подвергается сама связь между элементами ее степень или глубина. Если аргументы для каждой из целевых функций независимы, то имеем две независимые задачи оптимизации и два ее решения.

Если аргументы сильносвязаны или полностью зависимы, то имеем одну задачу, например, Парето-оптимизации и ее единственное решение. Одновременно это дает нижнюю оценку возможных оптимумов при сильносвязанных аргументах. Для решения задач многомерной оптимизации по многомерным сильносвязанным аргументам используют эволюционные методы, в частности комплексный генетический алгоритм, предназначенный для постоянного мониторинга во время эволюции решения с целью недопущения нарушения условий связности. В ней применяются разветвленные комплексные символьные модели генотипа объекта проектирования, содержащие поразному связанные параметры его элементов.

Дополнительная парадоксальная возможность выполнить виртуальную многокритериальную расширенную Парето-оптимизацию возникает, когда аргументы слабосвязаны. Расширенный оптимум Парето располагается ниже верхней и выше нижней оценок для приведенных выше двух крайних случаев.

Список использованных источников

1. Кини Р. Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р. Л. Кини, Х. Райфа. – Москва : Радио и связь, 1981. – 560 с.

КРАТЧАЙШИЙ k -ВЕРШИННЫЙ ПУТЬ В ОРИЕНТИРОВАННОМ ГРАФЕ

П. И. Стецюк, д. ф.-м. н., с. н. с.

Институт кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины
stetsyukp@gmail.com

Э. С. Долинский, аспирант

Ужгородский национальный университет
dolynskiy.eduard@gmail.com

В статье предложена формулировка задачи смешанного булева линейного программирования для кратчайшего пути, который проходит через заданное количество вершин орграфа.

Stetsyuk P. I., Dolynskiy E. S. The shortest k -node path in a directed graph. In the article a formulation of the mixed Boolean linear programming problem for the shortest path, which passes through a given number of nodes of the digraph, is proposed.

Ключевые слова: ОРГРАФ, КРАТЧАЙШИЙ ПУТЬ, БУЛЕВА ПЕРЕМЕННАЯ, ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ.

Keywords: DIGRAPH, SHORTEST PATH, BOOLEAN VARIABLE, LINEAR PROGRAMMING.

Введение. Пусть $D_{n,n}$ – полный орграф, где n – количество вершин, а $d_{ij} > 0$ – длина дуги, направленной от вершины i к вершине j , $i \neq j$. Задано k – целое число, такое что $2 \leq k \leq n$. Обозначим (i_1, \dots, i_k) последовательность вершин в связном k -вершинном пути, где i_1, \dots, i_k – идущие по порядку вершины орграфа $D_{n,n}$. Он содержит $(k-1)$ дуг, последовательно соединяющих вершины i_1, \dots, i_k . Связный k -вершинный путь, которому соответствует наименьшая суммарная длина входящих в него $(k-1)$ дуг, будем называть кратчайшим k -вершинным путем, а его длину обозначим d_k^* . Кратчайший n -вершинный путь (ему отвечает $k = n$) является кратчайшим гамильтоновым путем в орграфе $D_{n,n}$.

В статье [1] рассмотрена задача смешанного булева линейного программирования для нахождения кратчайшего k -вершинного пути с зафиксированными начальной вершиной i_1 и конечной вершиной i_k . Если начальная и конечная вершины являются неизвестными, то кратчайший k -вершинный путь можно найти с помощью задачи смешанного булева линейного программирования из статьи [2]. Для этого достаточно либо положить все расстояния d_{ai} и d_{ib} равными нулю, либо убрать вклад в целевую функцию от тех дуг, которые связывают вершины a и b с вершинами орграфа $D_{n,n}$. В статье упростим задачу смешанного булева линейного программирования из [2] для нахождения кратчайшего k -вершинного пути, если начальная и конечная вершины являются неизвестными.

Идея и переменные задачи. Будем рассматривать орграф D' , как на рисунке 1. Он включает орграф $D_{n,n}$ и вершину a , которая связана направленными дугами (a,i) и (i,a) с каждой вершиной i из множества вершин орграфа $D_{n,n}$.

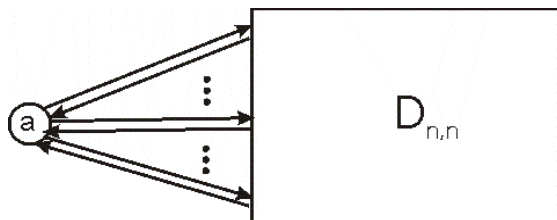


Рисунок 1 – Орграф D' , включающий орграф $D_{n,n}$ и вершину a

Если длины всех дуг (a,i) и (i,a) положить равными нулю, то нахождение кратчайшего k -вершинного пути в орграфе $D_{n,n}$ равносильно нахождению в орграфе D' кратчайшего цикла, который начинается и заканчивается в вершине a и проходит через k вершин орграфа $D_{n,n}$. Пусть найден кратчайший цикл для орграфа D' . Тогда дуга этого цикла, исходящая из вершины a , определяет начальную вершину, а дуга, входящая в вершину

a , определяет конечную вершину для кратчайшего k -вершинного пути в орграфе $D_{n,n}$.

Ниже рассмотрим формулировку задачи целочисленного линейного программирования для нахождения кратчайшего k -вершинного цикла в орграфе D' . Он проходит через вершину a и через k неизвестных вершин орграфа $D_{n,n}$. Чтобы обеспечить связность пути, т. е. избежать подциклов в орграфе D' , используется идея моделирования задачи о потоке, аналогично тому, как это сделано в работе [1]. Задача целочисленного линейного программирования будет справедлива для неполного орграфа, если этот орграф дополнить отсутствующими дугами и значения длин для них установить равными сумме длин всех дуг неполного орграфа.

Для переменных задачи будем использовать следующие обозначения. Пусть x_{ij} – булева переменная, которая равна единице, если в цикл входит дуга, которая начинается в вершине i и заканчивается в вершине j , и равна нулю в противном случае. Обозначим x_{ai} и x_{ia} – булевы переменные такого же типа как x_{ij} , но для дуг из вершины a в вершину i и из вершины i в вершину a . Количество переменных x_{ai} , x_{ia} и x_{ij} равно $n + n + n(n-1) = n(n+1)$. Пусть y_i – булева переменная, которая равна единице, если цикл проходит через вершину i , и равна нулю в противоположном случае. Количество таких переменных равно n . Пусть неотрицательная переменная z_{ij} задает величину потока некоторого продукта от вершины i к вершине j , а неотрицательная переменная z_{ai} задает величину потока от вершины a к вершине i . Количество этих переменных равно $n + n(n-1) = n^2$.

Формулировка задачи. Кратчайшему k -вершинному пути в орграфе $D_{n,n}$ соответствует следующая задача:
найти

$$d_k^* = \min_{y_i, x_{ij}, z_{ij}} \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n d_{ij} x_{ij} \right\} \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^n x_{ai} = 1, \sum_{i=1}^n x_{ia} = 1, \quad (2)$$

$$x_{ai} + \sum_{j=1, j \neq i}^n x_{ji} = y_i, \sum_{j=1, j \neq i}^n x_{ij} + x_{ia} = y_i, i = 1, \dots, n, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n y_i = k, \quad (4)$$

$$z_{ai} - kx_{ai} \leq 0, i = 1, \dots, n, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n z_{ai} = k, \quad (6)$$

$$z_{ij} - (k-1)x_{ij} \leq 0, i, j = 1, \dots, n, i \neq j, \quad (7)$$

$$z_{ai} + \sum_{j=1, j \neq i}^n z_{ji} - \sum_{j=1, j \neq i}^n z_{ij} = y_i, i = 1, \dots, n, \quad (8)$$

$$y_i = 0 \vee 1, i = 1, \dots, n, \quad (9)$$

$$x_{ai} = 0 \vee 1, x_{ia} = 0 \vee 1, i = 1, \dots, n, x_{ij} = 0 \vee 1, i, j = 1, \dots, n, i \neq j, \quad (10)$$

$$z_{ai} \geq 0, i = 1, \dots, n, z_{ij} \geq 0, i, j = 1, \dots, n, i \neq j. \quad (11)$$

Задача (1)–(11) является задачей смешанного булева линейного программирования. Она содержит $2n(n+1)$ переменных, из которых $n^2 + 2n$ являются булевыми, а n^2 – неотрицательными, и $n^2 + 3n + 4$ ограничений, из которых $3n + 4$ – линейные равенства, а n^2 – линейные неравенства.

Теорема. Если k – целое число, удовлетворяющее неравенствам $2 \leq k \leq n$, то для орграфа D' ограничения (2)–(11) описывают все возможные циклы, которые проходят через вершину a и через k вершин орграфа $D_{n,n}$.

Доказательство. Ограничение (4) задает в точности k вершин орграфа $D_{n,n}$, через которые должен проходить цикл из

вершины a . Этим вершинам соответствуют значения $y_i = 1$ и для них ограничения (3) описывают однократный вход в вершину и однократный выход из вершины. Ограничения (2) описывают однократный выход из вершины a и однократный вход в вершину a .

Однако ограничения (2)–(4) в сочетании с булевыми ограничениями (8) и (9) не обеспечивают связности искомого цикла. На рисунке 2 для $k = 3$ приведены два из допустимых решений, удовлетворяющие этим ограничениям. Левое из них является связным циклом, проходящим через вершины i_1, i_2, i_3 , а правое – состоит из двух несвязных подциклов a, i_1 и i_2, i_3 .

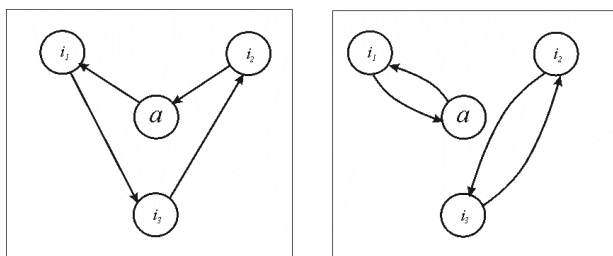


Рисунок 2 – Связный цикл (слева), несвязные подциклы (справа)

Чтобы избежать подобных ситуаций и обеспечить связность искомого цикла используется набор ограничений (5)–(8), (11). Здесь ограничения (5) гарантируют перевозку продукта между вершинами a и i только тогда, если $x_{ai} = 1$, а ограничения (7) гарантируют перевозку продукта между вершинами i и j только тогда, если $x_{ij} = 1$. Ограничения (6) и (8) означают, что из вершины a нужно развезти k единиц продукта, оставляя в каждой из тех вершин орграфа $D_{n,n}$, через которые проходит искомый цикл, ровно единицу продукта. Доказательство завершено.

Минимизация целевой функции в (1) отвечает нахождение кратчайшего (минимального по длине) цикла из вершины a , который проходит через k вершин орграфа $D_{n,n}$. При этом d_k^* соответствует длине этого цикла, что равносильно длине кратчайшего k -вершинного пути в орграфе $D_{n,n}$. Но сам кратчайший

путь может быть неединственным, и если это так, то решение задачи (1)–(11) обеспечивает только один из возможных кратчайших k -вершинных путей в орграфе $D_{n,n}$.

Кратчайший гамильтонов путь. Если $k = n$, то тогда из ограничения (4) все булевы переменные y_i равны единице, т. е. n -вершинный путь совпадает с гамильтоновым путем в орграфе $D_{n,n}$. Нахождению кратчайшего гамильтонова пути отвечает задача смешанного булева линейного программирования: найти

$$d_k^* = \min_{y_i, x_{ij}, z_{ij}} \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n d_{ij} x_{ij} \right\} \quad (12)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^n x_{ai} = 1, \sum_{i=1}^n x_{ia} = 1, \quad (13)$$

$$x_{ai} + \sum_{j=1, j \neq i}^n x_{ji} = 1, \sum_{j=1, j \neq i}^n x_{ij} + x_{ia} = 1, i = 1, \dots, n, \quad (14)$$

$$z_{ai} - nx_{ai} \leq 0, \quad i = 1, \dots, n, \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^n z_{ai} = n, \quad (16)$$

$$z_{ij} - (n-1)x_{ij} \leq 0, \quad i, j = 1, \dots, n, \quad i \neq j, \quad (17)$$

$$z_{ai} + \sum_{j=1, j \neq i}^n z_{ji} - \sum_{j=1, j \neq i}^n z_{ij} = 1, i = 1, \dots, n, \quad (18)$$

$$x_{ai} = 0 \vee 1, x_{ia} = 0 \vee 1, i = 1, \dots, n, x_{ij} = 0 \vee 1, i, j = 1, \dots, n, i \neq j, \quad (19)$$

$$z_{ai} \geq 0, \quad i = 1, \dots, n, z_{ij} \geq 0, i, j = 1, \dots, n, i \neq j. \quad (20)$$

Задача нахождения кратчайшего k -вершинного пути более сложная, чем задача нахождения кратчайшего гамильтонова пути. Это объясняется тем, что нужно определить такое подмножество k вершин, для которого ищется гамильтонов подцикл. Это подтверждают результаты вычислительных экспериментов с помощью программы **gurobi 5.5.0** [3].

Заключення. Для знаходження кратчайшого пути, который проходит через заданное количество вершин полного орграфа в статье предложена формулировка задачи смешанного булева линейного программирования. Она справедлива для неполного орграфа, если его дополнить отсутствующими дугами и для них значения длин установить равными сумме длин дуг неполного орграфа. Если путь должен проходить через все вершины орграфа, то решение построенной задачи определяет кратчайший гамильтонов путь в ориентированном графе.

Для небольших орграфов предложенную модель можно использовать при выборе оптимальных маршрутов в режиме реального времени. Так, например, чтобы найти кратчайшие маршруты, которые проходят через 20 вершин в 30-вершинных орграфах, программе **gurobi** потребовалось от одной до двух секунд.

Работа выполнена при поддержке проектов НАН Украины (№ 0114U001055) и МОН Украины (№ 0115U001906).

Список использованных источников

1. Стецюк П. И. Формулировки задач для кратчайшего k -вершинного пути и кратчайшего k -вершинного цикла в полном графе / Стецюк П. И. // Кибернетика и системный анализ. – 2016. – № 1. – С. 78–82.
2. Стецюк П. И. Кратчайший k -вершинный путь / П. И. Стецюк, А. В. Лефтеров, А. И. Федосеев – Компьютерная математика. – Київ : Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины. – 2015. – № 2. – С. 3–11.
3. Gurobi Optimization, Inc., Gurobi Optimizer Reference Manual, 2014, <http://www.gurobi.com/>

УДК 519.816

ПРО СПОСОБИ АНАЛІЗУ ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В КОМБІНАТОРНІЙ ОПТИМІЗАЦІЇ

Н. К. Тимофієва, д. т. н., с. н. с.
МННЦІТІС НАН та МОН України (Київ)
tymnad@gmail.com

Описано способи аналізу вхідної інформації в комбінаторній оптимізації. Показано, що розпізнаванням структури вхідної інформації глобальний розв'язок знаходиться поліноміально.

Тумофйєва Н. К. On the methods of analysis of input data in combinatorial optimization. A methods for the analysis of the input data in combinatorial optimization are described. It is shown that on the recognition of patterns of input data find a global solution polynomial.

Ключові слова: КОМБІНАТОРНА ОПТИМІЗАЦІЯ, АНАЛІЗ ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ, МЕТОД СТРУКТУРНО-АЛФАВІТНОГО ПОШУКУ.

Keywords: COMBINATORIAL OPTIMIZATION, ANALYSIS OF INPUT DATA, METHOD OF STRUCTURALLY-ALPHABETICAL SEARCH.

Вступ. Описано способи аналізу вхідної інформації при пошуку оптимального результату в комбінаторній оптимізації відомими методами (ітераційними, евристичними). Оговорено, що методи, які ґрунтуються на розпізнаванні структури вхідної інформації в порівнянні з кореляційними дозволяють знаходити глобальний розв'язок поліноміально.

Основна частина. Для розв'язання задач із класів задач комбінаторної оптимізації виділимо такі основні підходи [1]: а) ітераційні методи та алгоритми, що ґрунтуються на частковому переборі варіантів; б) методи та алгоритми, що ґрунтуються на розпізнаванні структури вхідної інформації. Їх ще називають евристичними, такими, в яких моделюються правила вибору оптимального рішення людини в ручному режимі [2].

До ітераційних методів та алгоритмів відносяться як універсальні методи математичного програмування, так і спеціальні, які ураховують специфіку даної проблеми (точні та наближені). Метод найближчого сусіда, «жадібний» алгоритм, метод північно-західного кута, деякі алгоритми розв'язання задач із штучного інтелекту, в яких використано розповсюдження обмеження, ґрунтуються на розпізнаванні структури вхідних даних. До цього напряму відноситься проблема знаходження підкласів розв'язних задач. Як правило, відомі методи та алгоритми, що ґрунтуються на розпізнаванні структури вхідної інформації, ефективні за швидкістю, але результат розв'язання при цьому може бути далекий від оптимального. З цієї причини другому підходу, незважаючи на те, що саме їхнє використання ефективне при розв'язанні задач обчислювального інтелекту, в

літературі достатньої уваги не приділяється. Для оцінки отриманого результату проводиться аналіз вхідної інформації за допомогою підходів, які використовуються в математичній статистиці, а також розпізнається структура вхідної інформації. В ітераційних методах спочатку визначається аргумент цільової функції, а потім для нього за певним виразом обчислюється значення цільової функції. В методах, які ґрунтуються на розпізнаванні структури вхідних даних, шляхом визначення зв'язків між елементами базової множини, якою задається певна задача, послідовно будується комбінаторна конфігурація (аргумент), для якої цільова функція набуває оптимального значення.

Змодельовано вхідні дані, які задано матрицями, функціями натурального аргументу $\varphi(j) \parallel^m$ та $f(j) \parallel^m$, одна з яких комбінаторна $\beta(f(j), w^k) \parallel^m$, де m – кількість елементів заданої матриці (для симетричної матриці m – кількість наддіагональних елементів). Цільова функція набуває вигляду

$$F(w^k) = \sum_{j=1}^m \beta_j(f(j), w^k) \varphi(j). \quad (1)$$

Оскільки вхідні дані в задачах комбінаторної оптимізації – випадкові величини, які мають безладну структуру, для оцінки результату використовують різні методи аналізу даних. Це – розвідувальний, дисперсійний, регресійний, коваріаційний, дискримінантний, кореляційний, кластерний, факторний аналізи, а також моделюються вхідні дані скінченними числовими послідовностями з подальшим обчисленням цільової функції за виразом (1). В ітераційних методах часто використовують кореляційний аналіз. Але цей аналіз даних відображає лише лінійну залежність між випадковими величинами та не відображає їхньої функціональної зв'язаності. Оцінка результату проводиться з використанням виразу (1). В перебірних методах комбінаторна конфігурація (аргумент цільової функції) знаходиться не з урахуванням структури вхідної інформації, а визначається на певній ітерації випадково або за певними правилами. Розроблені на основі цих методів алгоритми поліноміально визначають лише локальний розв'язок. Глобальний оптимум цими підходами знаходиться для невеликої розмірності задачі, а для великої знаходиться експоненціально. За виразом (1) інколи знайти його

неможливо навіть повним перебором із-за ситуації невизначеності.

При розв'язанні задач класифікації або кластеризації для визначення функціональної зв'язаності між елементами множин вхідних даних використовують підходи, що ґрунтуються на розпізнаванні їхньої структури (кластерний та факторний аналізи, метод опорних векторів тощо). В процесі розв'язання цих задач послідовно будується комбінаторна конфігурація (аргумент цільової функції), яка може бути і глобальним розв'язком. Такий підхід реалізовано і в методі структурно-алфавітного пошуку [1].

Висновок. Використання різних підходів до аналізу вхідних даних впливає на швидкодію та точність алгоритмів, що розробляються для розв'язання задач комбінаторної оптимізації.

Список використаних джерел

1. Тимофієва Н. К. Теоретико-числові методи розв'язання задач комбінаторної оптимізації: автореф. дис... докт. техн. наук / Тимофієва Н. К. / – Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України, Київ. – 2007. – 32 с.
2. Тимофієва Н. К. Про методи комбінаторної оптимізації, що ґрунтуються на розпізнаванні вхідної інформації, евристичні алгоритми та обчислювальний інтелект / Н. К. Тимофієва // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2015. – № 2. – С. 106–111.

УДК 681.5

СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ

В. И. Товажнянский, аспирант

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

vtovazhnianskyi@gmail.com

В этой статье обоснована необходимость использования комбинированной системы автоматического управления тепловым состоянием отапливаемых зданий

Tovazhnianskyi V. I. Synthesis of automatic heating control system's structure. In this article the argument was made for using combined automatic heating control system for buildings.

Ключевые слова: ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ.

Keywords: HEATING SYSTEM, COMBINED CONTROL SYSTEM, MATHEMATICAL MODEL.

Основной особенностью управления процессом теплоснабжения является наличие двух взаимосвязанных критериев характеризующих качество теплоснабжения. Первый критерий – это обеспечение стабильной комфортной температуры внутреннего воздуха помещений. Второй – затраты тепловой энергии на поддержание комфортной температуры помещений. Таким образом, задача управления теплоснабжением является двухкритериальной, что накладывает свою специфику на ее решение. Эта специфика заключается в необходимости решения задачи выбора меры предпочтения критериев комфортности и экономичности, которая является предметом классической теории принятия решений.

Еще одной особенностью постановки задачи управления теплоснабжением является сложность, высокая размерность и параметрическая неопределенность математической модели тепловых процессов зданий. Эти особенности детально изложены в монографии [1]. К сожалению, предложенные в [1] математические модели, в связи со своей структурной сложностью мало пригодны при решении задач управления теплоснабжением.

В работе [2] предложен и обоснован системный подход к синтезу упрощенной конечномерной математической модели тепловых управляемых процессов в зданиях, ориентированных на применение современных методов теории управления. На основании предложенной многомерной модели построена упрощенная математическая модель, состоящая из двух линейных дифференциальных уравнений для усредненных температур внешнего ограждения, внутренних перегородок и полезного наполнения здания, а также алгебраического уравнения для температуры внутреннего воздуха.

Такая математическая модель позволила на качественном уровне решить задачу структурного синтеза системы автоматического управления теплоснабжением. В результате вычислительных экспериментов с различными вариантами структуры регулятора было показано, что наиболее эффективным принци-

пом управления температурой внутреннего воздуха является комбинированный, при котором в структуру регулятора вводится канал компенсации основного возмущения – температуры окружающего воздуха, а сигнал управления по отклонению формируется на основании разности температур внутреннего воздуха и заданного ее комфортного значения. Показано также, что введение в закон управления отклонения температуры ограждения от его равновесного значения позволяет существенно уменьшить колебания температуры помещения при изменениях температуры окружающей среды.

Список использованных источников

1. Табунщиков Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. – Москва : АВОК – ПРЕСС, 2002. – 194 с.
2. Kutsenko A. System approach to mathematical modeling of thermal processes in buildings. Eastern – European Journal of Enterprise Technologies / Kutsenko A., Kovalenko S., Tovagnynsky V. (2014) 4/4 (70), 9–12.

УДК 519.8

ПІДХОДИ РОЗРОБКИ АНАЛІТИЧНИХ CRM СИСТЕМ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ

В. В. Толмачов, студент, магістр, РНР розробник
Харківський національний університет радіоелектроніки
victor.web.developer@gmail.com

У статті розглядається рейтингові моделі інтелектуального аналізу даних, які інтегровані у CRM системах з метою надання попередньої оцінки замовника до початку роботи з ним.

In the article has described the rating model data mining, which has integrated into the CRM systems to provide a preliminary assessment of the customer before start working with him.

Ключові слова: CRM, РЕЙТИНГ, МЕТОДИКА, МОДЕЛЬ.

Keywords: CRM, RATING, METHODOLOGY, MODEL.

Одними з найважливіших процесів компанії є робота з потенційними замовниками:

- пошук потенційних клієнтів;
- робота з клієнтами, які вперше звернулися;
- з'ясування потреб клієнтів;
- виявлення зацікавлених клієнтів;
- збір інформації о клієнтах та потенційних угодах;
- аналіз потенціалу клієнтів.

Сучасні інформаційні технології, моделі аналізу та автоматизація процесів, надають можливості вирішити ці складні та важливі питання, з якими все частіше стикаються компанії. Необхідно визначити модель оцінювання замовника, яка складається з наступних базових процесів:

- збір даних потенційного замовника;
- аналіз даних замовника;
- визначення оцінки потенціалу клієнта.

Для збору усієї необхідної інформації про потенційного клієнта потрібно використовувати автоматизоване бізнес-опитування. Незважаючи на те що, важливих питань може бути досить багато і всі вони важливі за для аналізу та надання чіткішої інформації о клієнтах, потрібно враховувати що далеко не всі клієнти налаштовані проходити анкетування, яке складається з декількох сторінок та мають дуже велику кількість пунктів. За для цього необхідно враховувати юзабіліті (зручність використання, у контексті використання програмних продуктів) у розробці анкетування та використовувати методології лідогенерації (маркетингова тактика, націлена на пошук та роботу за потенційними клієнтами) [1].

Для аналізу даних потенційного замовника потрібно визначити рейтингову модель. Рейтингова модель визначає рейтинг, який формується з кожного пункту, який має певне обчислюване значення «вагу» та формулу за якою цей рейтинг визначається, правила визначення числового коефіцієнта для впровадження у предметну область.

Визначимо методика оцінювання замовника. (1) це рейтингова формула за якою можна обчислити PCR (Potential Customer Rating – Рейтинг потенціалу замовника), кожному пункту завдяки рейтинговій карті присвоюється коефіцієнт «вага», яку обирає у анкеті користувач, та множиться на бал, який повинен бути у межах від 1 до 10.

Ранжування потенціалу компанії можливо обчислити за формулою:

$$\sum_{i=1}^n v_i \times w_i = PCR, \quad (1)$$

де i – індекс питання;

v – «значення відповіді питання»;

w – «значення ваги питання», яке надане питанню;

n – число обчислюваних питань.

Задля аналізу представимо три обчислювальних питання зі значеннями відповіді питання: $v_1=2$, $v_2=1$, $v_3=1$ та значенням ваги питання, яке дорівнює 1. Також далі наведемо мінімальне значення за для цих 3 запитань, це 3 та максимальне значення 20.

Після використання формули (1) це надасть можливість обчислити результат, значення PCR:

$$PCR = 2*1+1*1+1*1=4.$$

Наступна інтерпретація запропонованого обчисленого PCR значення:

– PCR \leq 1/3 від максимального можливого значення: зелений (рекомендовано для роботи з цією компанією);

– PCR $>$ 1/3 та \leq 2/3 від максимального можливого значення: жовтий (обережно, ця компанією може не зовсім підходити для продуктивних взаємовідносин);

– PCR $>$ 2/3 від максимального можливого значення: червоний (наполегливо не рекомендований, проблеми в роботі та взаємовідносинах найбільш вірогідні).

З прикладу видно, що PCR дорівнює 4 це рекомендовано для роботи з цією компанією, це означає зелений PCR [2].

В сучасному бізнесі завжди є актуальним виявлення потенціалу клієнтів, збір та обробка цієї інформації дуже суттєво впливає на роботу та ефективність компаній, які впроваджують такі заходи. Аналіз потенціалу клієнта, вже на початкових стадіях не тільки дає чіткішу картину потреб клієнта, але і можливість оцінити потенціальну ефективність взаємодії компанії та замовника, цей фактор безпосередньо впливає на можливість зменшити ризик збитків та оцінити потенційні прибутки компанії. Важливою передумовою завоювання і утримання позицій

на ринку для кожної компанії є впровадження системи з автоматизації бізнес-процесів і, зокрема, системи управління взаємовідносинами з клієнтами.

Список використаних джерел

1. Лідогенерація [Електронний ресурс] / Матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/Лидогенерация>. – 13.01.2016. – Назва з екрана.
2. On the classification of companies for a possible outsourcing of it related services to universities? [Електронний ресурс] / Архів статей: OSTPC HNURE. – Режим доступу: <https://ostpcen.wordpress.com/articles?id=343754>. – 13.10.2015. – Назва з екрана.

УДК 517.6

ПРО РЕЗУЛЬТАТИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ТЕСТОВОЇ ЗАЧАЧІ ПРО ЗГИН КВАДРАТНОЇ ПЛАСТИНИ ЖОРСТКО ЗАЩЕМЛЕННОЇ НА КРАЯХ

I. С. Томанова, магістр, аспірант
Українська інженерно-педагогічна академія
tomanova.iryua@gmail.com

В даній роботі було побудовано квадратну область за допомогою сплайнів 5-того степеня. Область було розбито на чотири трикутники. Сплайни були побудовані за допомогою явних формул [1]. Було порівняно значення в центрі отриманої області з іншими роботами.

Tomanova I. S. Results of solving the test problem about bending square plate with four clamped edges. In this paper was constructed square plate using splines of the 5 degree. The area was divided into four triangles. Splines were built using explicit formulas [1]. Received value in the center of the area was compared with data obtained in other works.

Ключові слова: БІГАРМОНІЙНА ЗАДАЧА, СПЛАЙНИ 5-ГО СТЕПЕНЯ, ПЛАСТИНА З ЗАЩЕМЛЕНИМ КОНУТРОМ.

Keywords: BIGARMONIC PROBLEM, SPLINES OF THE 5TH DERGEE, PLATE WITH ALL EDGES BUILD IN.

Бігармонічна задача прямокутної пластини, яка защемлена по всій області має значне місце у технічній та машинобудівній сфері.

Задача про вигин прямокутних пластин була предметом вивчення в механіці деформованого твердого тіла більше століття. Багато вчених розраховували прогини прямокутних пластин з різними опорами, використовуючи різні методи Hencky (1913), Wojtaszak (1937), Тимошенко (1938), Evans (1939), Young (1940), Hutchinso (1992), Wang та ін. (2002), та Taylor & Govindjee (2004).

Формулювання бігармонічної задачі.

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = q.$$

Треба знайти $w(x, y)$, яка повинна задовольняти граничним умовам:

$$w = 0,$$

$$\frac{\partial w}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial w}{\partial y} = 0$$

на всьому контурі.

Введемо значення $D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$ – рівняння зігнутої кривої (жорсткість пластини при вигині), E – модуль пружності матеріалу, ν – коефіцієнт Пуассона, h – товщина пластини, a, b – сторони пластини, q – навантаження розподілене на поверхні пластини.

Точне рішення про згин жорстко защемленої пластини з рівномірним навантаженням було представлено у С. Е. Imrak та І. Gerdemeli [2]:

$$w(x, y) = \frac{qb^4}{24D} \left[\left(1 - \frac{y^2}{b^2} \right) + \sum_{m=1,3,\dots}^{\infty} \frac{\cos \frac{m\pi y}{2b}}{\cosh \frac{m\pi a}{2b}} \left(A_m \cosh \frac{m\pi x}{2b} + B_m \frac{x}{a} \sinh \frac{m\pi x}{2b} \right) \right] +$$

$$+ \sum_{m=1,3,\dots}^{\infty} C_m \frac{\cos \frac{m\pi x}{2a}}{b \cosh \frac{m\pi b}{2a}} \left(y \sin \frac{m\pi y}{2a} - b \tanh \frac{m\pi b}{2a} \cosh \frac{m\pi y}{2a} \right).$$

Побудуємо область за допомогою сплайнів п'ятого степеня [1]. Для досліду оберемо область вигляду $(0, 0.5) \times (0, 0.5)$ та $f[x, y] = 1$. Знаходимо сплайн на кожному трикутнику. Інтегруємо сплайни по трикутниках та сумуємо їх. Невідомі параметри знаходимо з умови мінімуму відповідного функціоналу. Знаходимо константи. Кожну константу підставляємо в поліноми.

Область розбиваємо на чотири трикутники.

Таблиця 1 – Чисельні коефіцієнти для центру прогину для защемленої квадратної пластини з рівномірним навантаженням

Методи	Чисельний фактор $\alpha = \frac{w(0,0)}{qb^4 / D}$
В даній роботі	0,00126
Imrak, Gerdemeli, 2006	0,00126401
Timoshenko & Woinowsky-Krieger, 1959	0,00126
Young, 1940	0,00126
Evans, 1939	0,00126
Wojtaszak, 1937	0,0012637

При розрахунках коефіцієнт Пуассона був взятий $\nu = 0,3$.

Список використаних джерел

1. Явные формулы для интерполяционных сплайнов 5-й степени на треугольнике / Сергиенко И. В., Литвин О. Н., Литвин О. О., Денисова О. И. – Кибернетика и системный анализ. – 2014. – Т. 50, № 5. – С. 17–33.
2. С. Е. Imrak and I. Gerdemeli. The problem of isotropic rectangular plate with four clamped edges, Indian Academy of Sciences SADHANA (2007).

МАТЕМАТИЧНІ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕМІСІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ У 2008–2012 РОКАХ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

П. І. Топилко, к. т. н.

Національний університет «Львівська політехніка»

petrotopylko@gmail.com

В статті розглядається актуальність здійснення інвентаризації парникових газів та обґрунтовано необхідність розроблення відповідних математичних та програмних інструментів. Представлено розроблений програмний засіб для аналізу емісії парникових газів при виробництві електроенергії в Україні.

Topylko P. I. Mathematical and software tools for greenhouse gas emissions analysis from electricity production in Ukraine in 2008–2012 years and analysis of results. In the article are discussed the actuality of implementation of the greenhouse gas inventory and justified the necessity of developing relevant mathematical and software tools. Developed software tool for analysis of greenhouse gas emissions from electricity production in Ukraine are presented.

Ключові слова: МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ, АНАЛІЗ ЕМІСІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ, ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.

Keywords: MATHEMATICAL MODELING, SOFTWARE TOOLS, GREENHOUSE GAS EMISSION ANALYSIS, ENERGY PRODUCTION.

Бурхлива господарська діяльність людства в останні десятиліття призводить до негативних екологічних наслідків, зокрема збільшення концентрації парникових газів в атмосфері планети, що є причиною глобального потепління. Енергетичний сектор, особливо електроенергетична галузь, продукує значну кількість вуглекислого газу, метану, закису азоту та інших парникових газів в результаті спалювання викопного палива. Тому актуальними залишаються завдання розроблення математичного та програмного апарату для здійснення моделювання та аналізу процесів емісії парникових газів. Даний інструментарій є

важливим для підтримки прийняття дієвих рішень щодо зменшення емісій шляхом модернізації обладнання.

Науковці активно працюють над розробленням відповідних методик та засобів моделювання процесів емісії парникових газів [1]. Проте, розроблений інструментарій акцентований на глобальний та регіональний рівні. Такий підхід не може бути використаний для ідентифікації джерел емісії. Акцентуючи увагу на аналізі джерел, збільшується кількість інформації для опрацювання і тому необхідно розробити інструментарій для автоматизації дослідження. Представлена робота присвячена питанню розроблення підходів та програмного забезпечення для автоматизованого аналізу процесів емісії парникових газів в електроенергетичній галузі України.

Основу представленого математичного та програмного інструментарію складають математичні моделі, які були запропоновані в [2]. Особливістю розробленого програмного інструментарію є можливість автоматично здійснювати аналіз вхідних даних, тобто дезагреговувати статистичну інформацію про кількість спожитого палива до рівня точкових джерел емісії, проводити обчислювальні експерименти та формувати георозподілені бази даних результатів моделювання процесів емісії парникових газів. Також передбачена можливість представлення отриманих числових результатів у зручній для сприйняття формі. Як приклад, розробленим інструментарієм здійснено обчислювальні експерименти для електроенергетичної галузі України в 2008–2012 роках. Результати числових експериментів є важливими для керівників підприємств в сенсі прийняття рішень щодо скорочення емісій.

Список використаних джерел

1. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories / Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K. (eds). – IPCC, IGES, Japan, 2006.
2. Топилко П. І. Геоінформаційна технологія формування кадастру емісій парникових газів у електроенергетичному секторі України / П. І. Топилко, Р. А. Бунь // Штучний інтелект. – Донецьк, 2013. – № 4. – С. 432–440.

РОЗРАХУНОК СЕЙСМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЗСУВИ ЗА ВИМОГАМИ ДБН В.1.1-12:2014

О. М. Трофимчук, д. т. н., професор

*Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України
itelua@kv.ukrtel.ua*

О. А. Кліменков

*Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України
itelua@kv.ukrtel.ua*

У доповіді наведено прикладну методика врахування сейсмічного навантаження на зсуви відповідно до вимог ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України».

Trofymchuk O. M., Klimenkov O. A. Calculation of seismic load on landslide according to requirements of the DBN V.1.1-12: 2014. The applied method of calculation of seismic load on landslide according to requirements of the DBN V.1.1-12: 2014 "Construction in seismic regions of Ukraine" is presented.

Ключові слова: ПРИКЛАДНА МЕТОДИКА, СЕЙСМІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ЗСУВ.

Keywords: APPLIED METHOD, SEISMIC LOAD, LANDSLIDE.

Ефект від дії струсів на ґрунти присхилових масивів посилює вплив руйнівних сил, зумовлених високими градієнтами схилів, наявністю послаблених зон і тріщин. Дослідження показують, що при боковому підході імпульсів результуюче хвильове поле на протилежних схилах долин (бортів каньйонів) є несиметричним [1]. Найбільш чутливі до струсів верхні частини схилів за наявності заколів, а також делювіально-зсувні схилі відклади [2].

На сучасному етапі розвитку обчислювальних комплексів стає доступним комплексний підхід до оцінки сейсмостійкості об'єктів будівництва. Розрахункова обґрунтованість прийнятих проектних рішень досягається шляхом розгляду моделей конструктивної надійності, однією з яких і є модель впливу.

Необхідність урахування сейсмічних впливів при розрахунках стійкості зсувних масивів і розробці протизсувних заходів ускладнює проектування протизсувних споруд.

Відповідно до вимог ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України» [3] сейсмічну дію необхідно враховувати за допомогою квазістатичної методики, згідно з якою сила сейсмічного впливу визначається як динамічний коефіцієнт сейсмічності, отриманий шляхом перемноження набору коефіцієнтів, які враховують ґрунтові умови, прискорення ґрунту, допустимість руйнувань конструкцій та ін. Сейсмічні впливи враховуються у вигляді двох розрахункових схем з різною спрямованістю сейсмічної сили (горизонтально і під кутом в 30° до горизонту). При цьому необхідно сейсмічну силу розкласти на дві складові: нормальну і дотичну до ймовірної поверхні обвалення.

Розглянуто дві схеми розрахунку стійкості зсувного схилу:

- 1) з горизонтальною спрямованістю сейсмічної хвилі;
- 2) з похилою спрямованістю сейсмічної хвилі.

Розрахунок стійкості та зсувних навантажень виконаний за методом Шахунянца Г. М. за допомогою програми **LANDSLIP** (розробленої під керівництвом О. М. Трофимчука).

Результати розрахунку прикладу № 1 стійкості схилу з горизонтальним сейсмічним впливом – $K_{st} = 0,891$.

Коефіцієнт стійкості схилу (приклад № 2) з похилим напрямком сейсмічної хвилі (під кутом 30° до розрахункових блоків) визначається за формулою:

$$K_{st} = \frac{R}{F} = \frac{\sum_1^i \left((Q_i \pm S_{\text{сейсм (верт)}i}) \cdot \cos \alpha_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + c_i \cdot l_i \right) \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos (\alpha_i - \varphi_i)}}{\sum_1^i \left((Q_i \pm S_{\text{сейсм (верт)}i}) \cdot \sin \alpha_i \cdot \frac{\cos \varphi_i}{\cos (\alpha_i - \varphi_i)} \right) + S_{\text{сейсм (гор)}i}}$$

При похилій спрямованості сейсмічної хвилі горизонтальна складова сейсмічного навантаження ($S_{\text{сейсм (гор)}i}$) визначається множенням на $\cos 30^\circ$, а вертикальна складова ($S_{\text{сейсм (верт)}i}$) – на $\sin 30^\circ$. При цьому додатні значення вертикальної складової приймаються для активної частини схилу, від’ємні – для контрфорсної частини. При значенні коефіцієнта стійкості

розрахункового блоку $K_{st} \leq 1$ його вважають блоком активної частини схилу, а при $K_{st} > 1$ – блоком контрфорсної частини.

При похилому напрямку сейсмічної хвилі загальний коефіцієнт стійкості становить $K_{st} = 0,890$.

Висновки

1. У доповіді наведено прикладну методику врахування сейсмічного навантаження на зсуви відповідно до вимог ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України» [3].

2. Приклади числових розрахунків виконано для двох схем розрахунку стійкості зсувного схилу: з горизонтальною спрямованістю сейсмічної хвилі та з похилою спрямованістю сейсмічної хвилі.

Список використаних джерел

1. Trofymchuk O. Use Accelerogram of Real Earthquakes in the Evaluation of the Stress-Strain State of Landslide Slopes in Seismically Active Regions of Ukraine / O. Trofymchuk, I. Kaliukh, etc. // Engineering Geology for Society and Territory – Volume 2. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014. – P. 1343–1346.
2. Trofymchuk O. Activation of landslides in the south of Ukraine under the action of natural seismic impacts (experimental and analytical studies) / O. Trofymchuk, I. Kaliukh // Journal of Environmental Science and Engineering B, ISSN 2162-5271. February 2013. – Vol. II, № 2. – P. 68–76.
3. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12:2013. (українською мовою) – [Чинний від 2014-10-01]. – Київ: Мінрегіонбуд, 2014. – 118 с. – (Нормативний документ Мінрегіонбуду України).

УДК 519.6:004

СТРАТЕГИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В НЕЧЕТКИХ СИСТЕМАХ С ПОДКРЕПЛЯЕМЫМ ОБУЧЕНИЕМ

С. Г. Удовенко, д. т. н., профессор

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники
serhii.udovenko@nure.ua*

Л. Э. Чалай, к. т. н., доцент

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники
Larysa.chala@nure.ua*

В докладе рассматривается применение методов подкрепляемого обучения и нечетких методов в компьютерных тренинговых системах.

Udoenko S. G., Chala L. E. Strategies of making decision in fuzzy systems with reinforcement learning. In this paper are discussed the using of reinforcement learning and fuzzy methods to computing trading systems.

Ключевые слова: МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, СИГНАЛ ПОДКРЕПЛЕНИЯ, НЕЧЕТКАЯ СИСТЕМА, ТРЕЙДИНГОВАЯ СИСТЕМА.

Keywords: MACHINE LEARNING, SIGNAL OF REINFORCEMENT, FUZZY SYSTEM, TRADING SYSTEM.

В последнее время получили распространение управляемые стохастические системы, использующие метод обучения с подкреплением (reinforcement learning (RL)) [1]. Особенностью этого метода является наличие скалярного сигнала подкрепления, который получает агент из внешней среды и который характеризует эффективность системы в данный момент времени. Наиболее распространенным алгоритмом RL-обучения является алгоритм Q -обучения [1]. Для определения оптимальной стратегии здесь используется Q -функция, процедура обновления которой имеет следующий вид:

$$Q_{t+1}(s, a) \leftarrow r + \gamma \cdot \max_{a \in A} Q(s', a), \quad (1)$$

где a – действие, вызывающее переход среды из состояния s в состояние s' ;

γ – коэффициент нормирования.

Для задания Q -функций могут быть использованы N нейронных сетей типа «многослойный перцептрон» (N – число действий α_i), каждая из которых аппроксимирует функцию $Q(s, \alpha_i)$ для действия α_i . После применения действия α_k в состоянии s разность $Q_{t+1}(s, \alpha_k) - Q_t(s, \alpha_k)$ между эволюцией качества для шагов t и $t+1$ может рассматриваться как сигнал ошибки. Для оптимизации ИНС используют алгоритм обратного распространения, минимизирующий следующую функцию:

$$E_t(s, \alpha_k) = \frac{1}{2} [Q_{t+1}(s, \alpha_k) - Q_t(s, \alpha_k)]^2. \quad (2)$$

В нечеткой версии такого представления для непрерывного пространства состояний и дискретных действий, именуемой Q-FUZ, функция качества реализуется нечеткой системой с N выходами. После выбора функций принадлежности задача обучения состоит в оптимизации правил вывода, позволяющих получить искомые значения s . Рассмотрим возможность расширения Q-FUZ представления для оптимизации нечетких правил вывода Такаги-Сугено (ТС) и его адаптации к задаче принятия решений в системе электронной биржевой торговли. Принцип работы предлагаемого модифицированного алгоритма принятия трейдинговых решений с нечетким RL-обучением (Q-FUZM) состоит в получении множества выводов для каждого нечеткого правила и ассоциации для каждого вывода функции качества, которая будет оцениваться с применением фиксированной функции принадлежности. При настройке по алгоритму Q-FUZM блок нечетких выводов мобильного робота должен корректировать выводы из правил ТС на основе сигналов подкрепления. Задача состоит в аппроксимации функции качества Q нечеткой функцией SIF (System Inference Fuzzy):

$$s \rightarrow y = \hat{Q} = SIF(s). \quad (3)$$

Если выбрать нечеткую ТС-систему нулевого порядка (ТС0), такая функция определится правилами следующего вида: «Если $s = S_1$, то $y = c_1$; если $s = S_m$, то $y = c_r$ », где m – число правил, а прототипы i -го правила S_i определяются как: « x_1 есть A_1^i и... и x_n есть A_n^i ». В процессе обучения вывод по каждому правилу выбирается по средним значениям сигналов подкрепления $C_r(i) \in \{1...N\}$. В этом случае результирующий выход определяется как:

$$A(s) = \sum_{i=1}^N w_i(s) q[i, C_r(i)]. \quad (4)$$

Рассматриваемый алгоритм одношагового нечеткого RL-обучения может быть использован при выборе стратегий в трейдинговой системе. В наиболее простом варианте агент-трейдер использует исходную базу данных типа TS0, определяющую

возможные ситуации для желаемого поведения. При этом реализация алгоритма состоит в формировании множества выводов типа «импульс» для каждого правила и ассоциации с каждым выводом функции качества, которая оптимизируется во времени. Целью фазы обучения является определение набора выводов правил, максимизирующих среднее значение сигналов подкреплений. После выбора вывода выбранное действие будет реализовано и показатели качества будут адаптированы функцией полученного подкрепления и новой ситуацией.

Список использованных источников

1. Sutton R. S. Reinforcement Learning with Replacing Eligibility Traces / R. S. Sutton // Machine Learning. – 1996. – Vol. 22. – P. 123–158.
2. Удовенко С. Г. Гибридные методы машинного обучения в системах управления динамическими объектами / С. Г. Удовенко, А. А. Гришко, Л. Э. Чалай. // Біоніка інтелекту. – 2012. – № 1 (78) – С. 78–84.

УДК 519.8

ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ МНОГОЭТАПНОЙ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ

С. А. Ус, к. ф.-м. н., доцент
ДВНЗ «Национальный горный университет»
us-svetlana@yandex.ua

О. Д. Станина
ДВНЗ «Украинский химико-технологический университет»
stanina@i.ua

Рассмотрен поход к решению многоэтапной задачи размещения-распределения, основанный на использовании генетического алгоритма и метода оптимального разбиения континуальных множеств (ОРМ).

S. A. Us, O. D. Stanina. Features of solving the multi-stage location problem. The approach to a solution of multi-stage location-allocation problem based on the use genetic algorithms and optimal partition of set has been formed.

Ключевые слова: ОПТИМАЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ, МНОГОЭТАПНЫЕ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ, ОПТИМАЛЬНОЕ РАЗБИЕНИЕ МНОЖЕСТВ.

Keywords: FACILITY LOCATION, MULTI-STAGE LOCATION PROBLEM, OPTIMAL PARTITION OF SET.

Задачи размещения предприятий являются предметом постоянного интереса специалистов разных областей. С одной стороны, подобные задачи часто возникают в различных сферах человеческой деятельности, и потому находят широкое практическое применение, с другой стороны – исследование таких задач представляет интерес с теоретической точки зрения, поскольку многие методы решения таких задач порождают нетривиальные вопросы математического плана, например о сходимости алгоритмов или существовании оптимумов. Примеры математических моделей задач размещения, методов и алгоритмов их решения можно найти в [1, 2].

Рассмотрим многоэтапную задачу размещения в следующей постановке [3].

Минимизировать

$$F\left(\{\Omega_1, \dots, \Omega_N\}, \{\tau^I, \dots, \tau^I\}, \{v_{11}^{II}, \dots, v_{NM}^{II}\}, \{v_{11}^{III}, \dots, v_{MK}^{III}\}\right) = \\ = \sum_{i=1}^N \int_{\Omega_i} c_i^I(x, \tau_i^I) \rho(x) dx + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M_1} c_{ij}^{II}(\tau_i^I, \tau_j^{II}) v_{ij}^{II} + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{M_1} c_{jk}^{III} v_{jk}^{III}$$

при ограничениях

$$\int_{\Omega_i} \rho(x) dx \geq b_i^I, \quad \sum_{j=1}^M v_{ij}^{II} = \int_{\Omega_i} \rho(x) dx, \quad i = 1, 2, \dots, N;$$

$$\sum_{i=1}^N v_{ij}^{II} \geq b_j^{II} \lambda_j, \quad j = 1, 2, \dots, M_1;$$

$$\sum_{j=1}^{M_1} \lambda_j = M, \quad \lambda_j \in \{0; 1\}, \quad j = 1, 2, \dots, M_1;$$

$$\sum_{j=1}^{M_1} v_{jk}^{III} \geq b_k, \quad k = 1, 2, \dots, K;$$

$$\sum_{k=1}^K v_{jk}^{III} \leq b_j^{II} \lambda_j, \quad j = 1, 2, \dots, M_1;$$

$$v_{ij}^{II} \geq 0, v_{jk}^{III} \geq 0, i=1,2,\dots,N, j=1,2,\dots,M_1, k=1,2,\dots,K;$$

$$\tau^l = (\tau_1^l, \tau_2^l, \dots, \tau_N^l), \tau^l \in \Omega^N;$$

$$\bigcup_{i=1}^N \Omega_i = \Omega, \Omega_{i'} \cap \Omega_i = 0, i' \neq i, i=1,2,\dots,N, i'=1,2,\dots,N.$$

Особенностью этой модели является то, что предприятия первого этапа $\tau_1^l, \dots, \tau_N^l$ могут быть размещены в любой точке области Ω , а множество возможных мест размещения предприятий второго этапа конечно и дискретно.

Для решения этой задачи предложен следующий подход. Для размещения предприятий II этапа используем эвристические алгоритмы, при этом внутренней задачей будет задача размещения предприятий I этапа, решаемая методом ОРМ [3] или с помощью его модификаций.

Отличительной чертой алгоритма, используемого при таком подходе, является комбинирование генетического алгоритма и метода ОРМ, который в свою очередь включает r -алгоритм Н. З. Шора. В общем виде применяемый алгоритм можно описать следующим образом: на первом этапе с помощью генетического алгоритма выбирается начальный произвольный набор возможных мест размещения предприятий II этапа. Затем, решается задача ОРМ с дополнительными связями, в предположении, что размещение предприятий II этапа известно. После этого рассчитывается значение целевого функционала. Данные действия повторяются до тех пор, пока не будет достигнут критерий окончания процесса, в качестве которого могут быть приняты, например, время работы алгоритма или сходимости популяции.

В докладе представлен поход к решению многоэтапной задачи размещения-распределения, основанный на комбинировании генетического алгоритма и методов оптимизации.

Список использованных источников

1. Farahani R. Z. & Hekmatfar M. Facility Location. Concept, Model, Algorithms and Case Studies. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. 2009.

2. Киселева Е. М. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы, приложения / Киселева Е. М., Шор Н. З. – Київ : Наукова думка, 2005. – 564 с.
3. Ус С. А. О математических моделях многоэтапных задач размещения предприятий / Ус С. А., Станина О. Д // Питання прикладної математики і математичного моделювання: зб. наук. пр. / редкол. О. М. Кісельова (відп. ред.) та ін. – Д. : Ліра, 2014. – С. 258–268.

УДК 338.262.8:330.46

СТРАТЕГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ СЦЕНАРІЇВ СТРАТЕГІЙ РОЗВИТКУ З ПОЗИЦІЙ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Ю. М. Харазішвілі, д. е. н., с. н. с.;

В. І. Ляшенко, д. е. н., професор

Міжнародний центр дослідження соціально-економічних проблем модернізації і розвитку кооперації,

Інститут економіки промисловості НАН України

yuri_mh@ukr.net, slaval@iep.donetsk.ua

В статті розглядається наукове обґрунтування стратегічного планування сценаріїв стратегій розвитку з позицій економічної безпеки через інтегральне оцінювання.

Kharazishvili Y., Lyashenko V. In the article the scientific substantiation of strategic planning scenarios development strategies from the standpoint of economic security through integral evaluation.

Ключові слова: СЦЕНАРІЙ, СТРАТЕГІЯ, ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА.

Keywords: SCRIPT, STRATEGY, ECONOMIC SECURITY.

Стратегічне планування – докладний опис мети, завдань і комплексу заходів щодо реалізації фундаментальних цілей стратегії економічної безпеки [1]. Тому, наукове обґрунтування кількісних орієнтирів індикаторів Стратегій розвитку є необхідним та актуальним.

На жаль, більшість стратегій, які пропонувались в Україні до цього часу, визначали основні напрями та пріоритети реалізації Стратегії через декларування необхідних заходів на кшталт: *забезпечення, підвищення, створення, формування, оновлення, упровадження, удосконалення, залучення та розроблення*. Саме тому такій «деклараційний» підхід не дає чітких, конкретних результатів дії – кількісних стратегічних орієнтирів індикаторів,

моніторинг яких дозволив би контролювати процес розвитку визначених напрямів.

Мета статті – наукове обґрунтування кількісних стратегічних орієнтирів складових та індикаторів розвитку для можливих сценаріїв Стратегії соціально-економічної модернізації. Для відповіді на це питання необхідна розробка інтегрального індексу оцінки шляхом поетапної згортки індикаторів та їхніх порогових значень. Саме відсутність порівняння динаміки інтегральних індексів с інтегральними пороговими значеннями призводить до помилкового висновку щодо його максимізації. Визначення динаміки інтегральних індексів соціально-економічного розвитку та їх відхилень від порогових значень обумовлює необхідні регуляторні дії та дає можливість наукового обґрунтування стратегічних орієнтирів для різних сценаріїв Стратегій розвитку.

Для визначення динаміки інтегральних індексів рівня соціально-економічного розвитку використовуються сучасні досягнення інтегрального оцінювання рівня безпеки [2], а саме: форма інтегрального індексу – *мультиплікативна*, метод нормування – *комбінований*, вагові коефіцієнти – *динамічні*: на основі застосування методу «*Головних компонент*» та методу «*ковзної матриці*», порогові значення – *результати розрахунків із застосуванням комплексу методів з перевагою аналітичних підходів*.

Після отримання динаміки інтегрального індексу стану економічної системи необхідно визначити стратегічну ціль (або декілька цілей, наприклад, для песимістичного, реалістичного та оптимістичного сценаріїв) розвитку в залежності від співвідношення значення інтегрального індексу з інтегральними пороговими значеннями (нижній поріг, нижнє оптимальне, верхнє оптимальне, верхній поріг). Знання стратегічних цілей обумовлює необхідність вирішення завдання декомпозиції інтегрального індексу, тобто завдання синтезу необхідних значень складників та їх індикаторів для знаходження інтегрального індексу у заданих межах за допомогою адаптивних методів регулювання з теорії управління [3].

В якості прикладу наведемо визначені запропонованим підходом стратегічні орієнтири інфраструктурного розвитку Донецької області [4], де стратегічною ціллю є зростання рівня інфраструктурного розвитку з нижнього оптимального значення

(0,3264) до середини між нижнім та верхнім оптимальними значеннями (0,433) (табл. 1).

Таблиця 1 – Стратегічні орієнтири інфраструктурного розвитку Донецької області*

Індикатори інфраструктурного розвитку	2015 у поч. одиниц.	2015 норм. знач.	2020 норм. знач.	2020 у поч. одиниц.
1. Транспортоемність ВРП по ЗТ (D), млрд прив. т. км/\$	3,8638	0,9678	0,9884	1,388
2. Транспортоемність ВРП по АТ (D), млрд прив. т. км/\$	2,0009	0,5998	0,6262	1,819
3. Щільність ЗК(S), км/тис. км ²	59,000	0,7866	0,8138	61,036
4. Щільність АД(S), км/тис. км ²	302,00	0,2013	0,2347	352,09
5. Інтенсивність перевезення вантажів АТ(S), тис. т/км	5,5556	0,1234	0,2553	11,490
6. Інтенсивність перевез. пасаж. АТ (S), тис. пас./км	18,518	0,2645	0,3403	23,822
7. Інтенсивність перевез. пасаж. ЗТ (S), тис. пас./км	21,019	0,1401	0,2593	38,893
8. Інтенсивність перевезення вантажів ЗТ (S), тис. т/км	38,217	0,2465	0,3295	51,066

* Розрахунки авторів.

У докладі запропоновано адаптивний підхід для наукового обґрунтування стратегічного планування сценаріїв Стратегій соціально-економічного розвитку країни або регіону з позицій економічної безпеки.

Список використаних джерел

1. Горбулін В. П. Стратегічне планування: вирішення проблем національної безпеки : монографія / В. П. Горбулін, А. Б. Качинський. – Київ : НІСД, 2010. – 288 с.
2. Харазішвілі Ю. М. Проблеми інтегрального оцінювання рівня економічної безпеки держави / Ю. М. Харазішвілі, Є. В. Дронт // Банківська справа. – 2015. – № 1 (133). – С. 3–21.

3. Харазішвілі Ю. М. Адаптивний підхід до визначення стратегічних орієнтирів економічної безпеки України // Ю. М. Харазішвілі, Є. В. Дронь // Економіка України. – 2014. – № 5 (630). – С. 28–45.
4. Харазішвілі Ю. М. Стан, втрати та стратегічні орієнтири інфраструктурного розвитку східних промислових регіонів / Ю. М. Харазішвілі, В. І. Ляшенко // Економічний вісник Донбасу. Науковий журнал. – 2015. – № 3 (41). – С. 27–42.

УДК 519.6

ПРО ОДИН АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЧАСТКОВОЇ ПРОБЛЕМИ ВЛАСНИХ ЗНАЧЕНЬ НА ГІБРИДНИХ КОМП'ЮТЕРАХ

О. М. Хіміч, чл.-кор. НАН України, д. ф.-м. н., професор;

О. В. Попов, к. ф.-м. н., с. н. с.;

О. В. Чистяков, м. н. с.

Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України

khimich_ic@mail.ru, alex50popov@gmail.com,

alexey.chystyakov@gmail.com

Розглядається алгебраїчна проблема власних значень (АПВЗ) для стрічкових симетричних додатно-означених матриць:

$$Ax = \lambda Bx, \quad A, B \in M^{n \times n}, \quad x \in C^n, \quad \lambda \in C, \quad (1)$$

де $M^{n \times n}$ – множина квадратних матриць порядку n .

Метод ітерацій на підпросторі є узагальненням методу обернених ітерацій і полягає в побудові послідовності підпросторів E_t ($t=1, 2, \dots$), яка зводиться до підпростору E_∞ , що містить шукані власні вектори. В методі ітерацій на підпросторі на t -й ітерації обчислюється ортонормований базис підпростору E_t , а також, якщо досягнута збіжність, то визначаються шукані власні пари. Детальний опис методу представлено в [1].

Для розв'язування АПВЗ (1) методом ітерацій на підпросторі на багатоядерному комп'ютері (CPU) з графічними процесорами (GPU) використовується *гібридний алгоритм*. Розпаралелювання на CPU здійснюється в середовищі MPI, а на GPU – використовується технологія CUDA.

Елементи (головної діагоналі та піддіагональні) стрічкових симетричних матриць A та B розподіляються між процесами CPU за одновимірною блочно-циклічної схемою [3].

Оскільки операції на GPU виконуються в рамках MPI-процеса, розподіл даних аналогічний блочно-циклічній схемі.

Реалізація гібридного алгоритму методу ітерацій на підпросторі базується на факторизації (з використанням GPU) матриці A плитковим гібридним алгоритмом LL^T -розвинення [2].

На кожній ітерації виконуються наступні операції:

– розв’язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь кожним процесом, використовуючи факторизовану матрицю:

$$AX_t = Y_{t-1}; \quad (2)$$

– обчислення проєкції матриці A на підпростір E_t на GPU:

$$A_t = X_t^T Y_{t-1} \equiv X_t^T A X_t; \quad (3)$$

– обчислення прямокутної матриці (виконується з використанням GPU):

$$W_t = B X_t; \quad (4)$$

– обчислення проєкції матриці B на підпростір E_t (виконується з використанням GPU):

$$B_t = X_t^T W_t \equiv X_t^T B X_t; \quad (5)$$

– розв’язування проблеми власних значень для проєкцій (розв’язується кожним процесом незалежно):

$$A_t Z_t = B_t Z_t \Lambda_t; \quad (6)$$

– обчислення наступного наближення (операції виконуються паралельно на CPU):

$$Y_t = W_t Z_t; \quad (7)$$

– перевірка умов закінчення ітераційного процесу (аналогічно до кроку 6):

$$\frac{|\lambda_i^{(t)} - \lambda_i^{(t-1)}|}{\lambda_i^{(t)}} \leq \varepsilon \quad (i=1, 2, \dots, r). \quad (8)$$

Якщо умова (8) виконуються після t ітерацій, то наближеним розв’язком задачі вважається:

$$\lambda_i^* = \lambda_i^{(t+1)}, \quad X^* = X_{t+1} Z_{t+1} \quad (i=1, 2, \dots, r).$$

Тут, як і при перевірці умов закінчення ітераційного процесу, мається на увазі, що власні значення впорядковано за зростанням $0 < \lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \dots \leq \lambda_r \leq \dots$.

Результат роботи гібридного алгоритму – обчислені власні значення λ_i (розташовані у кожному процесі в порядку зростання) та розподілена між процесами у відповідності до розподілу матриць A та B матриця відповідних власних векторів.

Апробація розробленого гібридного алгоритму методу ітерацій на підпросторі та паралельного блочно-циклічного алгоритму [3] проводилася на персональному суперкомп'ютері гібридної архітектури (один обчислювальний вузол, два процесори Xeon 5606, 2 GPU Tesla K40) для найменшого власного значення та відповідного власного вектора дискретних аналогів оператора Лапласа в прямокутниках, а саме:

задача 1 – $n = 811\,801$, $m = 901$;

задача 2 – $n = 1\,002\,001$, $m = 1\,001$;

задача 3 – $n = 1\,442\,401$, $m = 1\,201$.

В результаті розв'язування цих задач гібридним алгоритмом методу ітерацій на підпросторі використовуючи один GPU було досягнуто прискорення в 6–8 рази у порівнянні з послідовною версією, а використовуючи 2 графічні прискорювачі отримано прискорення в 7–9 рази. Використовуючи гібридний алгоритм з одним GPU отримано прискорення в 1,25 рази порівнюючи з блочно-циклічним паралельним алгоритмом на восьми процесорах, а при використанні двох GPU – в 1,4 раз.

Список використаних джерел

1. Молчанов И. Н. Алгоритм решения частичной проблемы собственных значений для больших профильных матриц / Молчанов И. Н., Попов А. В., Химич А. Н. // Кибернетика и системный анализ. – 1992. – № 2. – С. 141–147.
2. Хімич О. М. Гібридний алгоритм розв'язування лінійних систем зі стрічковими матрицями прямими методами / Хімич О. М., Баранов А. Ю. // Комп'ютерна математика. – 2013. – Вып. 2. – С. 80–87.
3. Параллельные алгоритмы решения задач вычислительной математики / Химич А. Н., Молчанов И. Н., Попов А. В., Чистякова Т. В., Яковлев М. Ф. – Київ : Наук. думка, 2008. – 248 с.

ДРІБНО-ПЛИТКОВИЙ ГІБРИДНИЙ АЛГОРИТМ ФАКТОРИЗАЦІЇ РОЗРІДЖЕНОЇ МАТРИЦІ

О. М. Хіміч, член-кор. НАНУ, професор
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України
khimich505@gmail.com

В. А. Сидорук, молодший науковий співробітник
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України
wolodymyr.sydoruk@gmail.com

В роботі розглядається новий гібридний плитковий алгоритм факторизації розрідженої матриці. Описується його реалізація на гібридному комп'ютері з багатоядерними процесорами та графічними прискорювачами.

Khimich A. N., Sydoruk V. A. Finely-tiled hybrid algorithm for the factorization of sparse matrix. The paper discusses a new hybrid tiled algorithm for the factorization of sparse matrix. Describes its implementation on a personal computer with graphics accelerators and multi-core processors.

Ключові слова: РОЗРІДЖЕНА МАТРИЦЯ, ГРАФІЧНІ ПРИСКОРЮВАЧІ, ПЛИТКОВИЙ АЛГОРИТМ, CUDA, ГІБРИДНА АРХИТЕКТУРА.

Keywords: SPARSE MATRIX, GRAPHICS ACCELERATORS, TILE ALGORITHM, CUDA, HYBRID ARCHITECTURE.

Розглянемо задачу розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь з розрідженою додатно-визначеною симетричною матрицею блочно-діагонального виду з обрамленням

$$Ax = b. \quad (1)$$

Представимо A наступним чином

$$A = (A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_p)^T,$$

$$A_1 = (D_{11}, 0, \dots, 0, C_{1p}),$$

$$A_i = (0, 0, \dots, D_{ii}, \dots, 0, C_{ip}),$$

$$A_p = (C_{p1}, C_{p2}, \dots, C_{pi}, \dots, C_{p,p-1}, D_{pp}).$$

Варто відзначити, що блоки D_{ii} , C_{ip} , C_{pi} , D_{pp} зберігають розріджену структуру, p – кількість діагональних блоків у матриці A . Отримати таку структуру можна застосувавши до довільної розрідженої матриці метод паралельних перерізів [1].

В роботі [2] описано паралельний гібридний алгоритм розв'язання системи (1). В даній роботі представлено алгоритм, який дозволяє максимально врахувати профільну або розріджену структуру блоків D_{ii} , C_{ip} , C_{pi} , D_{pp} .

Розіб'ємо матрицю A на блоки розмірністю $bl * bl$. Далі для факторизації блочно-діагональної матриці застосуємо алгоритм запропонований в [3] для щільних матриць.

Для факторизації матриці на k -ому кроці використаємо наступне співвідношення

$$A^k = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_{11} & 0 \\ L_{21} & L_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} L_{11}^T & L_{21}^T \\ 0 & L_{22}^T \end{pmatrix}, \quad (2)$$

де розмірності блоків $A_{11} - bl * bl$, $A_{12} - (n - k * bl) * bl$, $A_{22} - (n - k * bl) * (n - k * bl)$, блоки A_{12} та A_{22} враховують структуру блоків A_1, A_p .

Звідси отримаємо алгоритм, за яким проводиться розвинення на k кроці:

$$A_{11} = L_{11} * L_{11}^T; \quad (3)$$

$$L_{21} = A_{21} * (L_{11}^T)^{-1}; \quad (4)$$

$$\tilde{A}_{22} = A_{22} - L_{21} * L_{21}^T. \quad (5)$$

Значимо, що реалізація (3)–(5) для блоку A_i , $i = \overline{0, p-1}$, враховуючи його структуру, модифікує тільки блоки D_{ii}, C_{pi}, D_{pp} .

Нехай на комп'ютері гібридної архітектури маємо p CPU і p GPU. Будемо використовувати наступний розподіл даних: на CPU, що відповідають процесам з номерами i , $i = \overline{0, p-1}$ зберігаються відповідні блоки D_{ii}, C_{pi} . На CPU з номером p зберігається блок D_{pp} .

Паралелізація обчислень трикутної факторизації полягає в тому, що реалізація (3)–(4) з врахуванням структури A_i , $i = \overline{0, p-1}$ може здійснюватись незалежно у всіх процесорах: для реалізації (3)–(4) в першому GPU необхідні блоки D_{11}, C_{p1} ; в другому GPU – блоки D_{22}, C_{p2} , і т. д.

Гібридний алгоритм факторизації реалізується наступним чином:

1. Копіюємо блоки A_i на відповідні GPU.

Далі на кожному кроці виконуємо:

2. У всіх GPU з номерами i , $i = \overline{0, p-1}$ одночасно і незалежно факторизуємо A_{11} із D_i ; формуємо $A_{pp}^{(i)} = L_{21} * L_{21}^T$ і результат копіюємо на p -й GPU.

3. Виконуємо модифікацію A_{pp} через мультизбирання в процесі з номером p : $\tilde{A}_{pp} = A_{pp} - \sum_{i=0}^{p-1} A_{pp}^{(i)}$.

4. Після цього факторизуємо блок \tilde{A}_{pp} згідно (3)–(5), тим самим завершуючи процес факторизації матриці A .

Основними перевагами даного алгоритму є: можливість вибирати розмірність блоку та узгодити його з розміром кеш пам'яті при факторизації, а також можливість врахувати розріджену або профільну структуру діагональних блоків та блоків обрамлення.

Список використаних джерел

1. Джордж А. Численное решение больших разреженных систем уравнений / Джордж А., Лю Дж. – Москва : Мир, 1984. – 334 с.
2. Хіміч О. М. Гібридний алгоритм розв'язування лінійних систем з розрідженими матрицями на основі блочного LL^T методу / Хіміч О. М., Сидорук В. А. // Комп'ютерна математика. – 2015. – Вип. 1. – С. 67–74.
3. Alfredo Buttari, Julien Langou, Jakub Kurzak, and Jack Dongarra: A Class of Parallel Tiled Linear Algebra Algorithms for Multicore Architectures. *Parallel Computing*. – 2009. – Vol. 35, Issue 1. – P. 38–53, ISSN: 0167-8191.

ОГЛЯД ТРЕНАЖЕРІВ З ДИСЦИПЛІНИ «МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ» НА ПРИКЛАДІ РОЗРОБОК СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ «ІНФОРМАТИКА»

Т. В. Чілікіна, к. ф.-м. н.

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

tv.0502@mail.ru

В статті наведено огляд електронних тренажерів з дисципліни «Математичний аналіз», які розроблені студентами спеціальності «Інформатика».

Chilikina T. V. This article provides an overview of electronic trainer learning for distance course “Mathematical Analysis”, which developed the students specialty “Informatics”.

Ключові слова: ЕЛЕКТРОННІ ТРЕНАЖЕРИ, ДИСТАНЦІЙНИЙ КУРС, МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ.

Keywords: ELECTRONIC TRAINING DEVICES, DISTANCE COURSES, MATHEMATICAL ANALYSIS.

Останнім часом розвиток інформаційних технологій вимагає від вищої професійної освіти розробки і впровадження інноваційних технологій навчання. Одним із напрямків такої діяльності є створення засобів, які забезпечують якісне оволодіння начальними дисциплінами, враховуючи і актуальне зараз дистанційне навчання. Серед складових такої форми навчання можна виділити електронні тренажери.

Електронні тренажери, в більшості випадках, призначені для відпрацювання практичних умінь і навичок, тому підбір прикладів і задач – досить кропіткий процес. Використання тренажера можливо не лише як засіб покрокового контролю виконання завдання, а і паралельно як перевірка теоретичних знань з цієї теми; проведення роботи з тренажером у зручний для студента час; формування завдань різного рівня складності.

Останнім часом в зв'язку з впровадженням дистанційної форми в навчальний процес ПУЕТ актуальними серед тематики випускових робіт студентів напрямку «Інформатики» є теми

пов'язані з розробкою тренажерів з дисциплін даного напрямку. Серед дисциплін фундаментального циклу, для яких ведеться така робота, можна виділити «Математичний аналіз». Безпосередньо розроблені тренажери за такими темами: «Розкриття найпростіших невизначеностей», «Диференціальне числення функції однієї змінної», «Знаходження екстремуму функції однієї змінної», «Диференціювання функцій багатьох змінних», «Основні методи інтегрування», «Дослідження на збіжність числових рядів». Для створення програмного забезпечення тренажерів використовувалися різноманітні середовища розробки.

До переваг розроблених тренажерів можна віднести: чітку розробку алгоритму роботи тренажера; широкий різноманітний тематичний підбір завдань різної складності; контроль зі сторони інформаційної системи (з можливим переглядом викладачем помилок, які виникають); можливість впровадження тренажерів в розроблений дистанційний курс «Математичний аналіз» і з подальшим використанням студентами як денної так і заочно-дистанційної форм навчання.

Як показав досвід, використання створених тренажерів в навчальному процесі є своєчасним, враховуючи специфіку дисципліни, тому доцільно і актуально продовжити їх розробку за іншими темами.

УДК 614.8

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ МЕТОДУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Р. І. Шевченко, К. Т. Н., С. Н. С.

*Національний університет цивільного захисту України
Shevchenko605@rambler.ru*

В статті, на прикладі системи моніторингу надзвичайних ситуацій, розглянуто основні теоретичні положення методу інформаційно-комунікативної компенсації.

Shevchenko R. I. In the article, the example monitoring system emergencies, the basic theoretical principles of the method of compensation information and communication.

Ключові слова: МОНІТОРИНГ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, КРИТИЧНІСТЬ, ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАТИВНЕ КОМПЕНСУВАННЯ

Keywords: MONITORING EMERGENCIES, CRITICAL, INFORMATION AND COMMUNICATION COMPENSATION

В термінах інформаційно-комунікативного підходу [1] система моніторингу надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру – це система багаторівневої інформаційно-комунікативної фільтрації, що має за головну мету відокремлення з інформаційного простору необхідного інформаційного потоку достатнього для формування ефективного управляючого рішення щодо стану безпеки об'єкту контролю.

Під критичністю системи моніторингу надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру слід розуміти – виникнення інформаційно-комунікативних впливів внутрішнього або зовнішнього характеру, які частково або повністю змінюють функціональні властивості інформаційного потоку щодо головної мети. В такій трактовці термін критичності, з погляду загальних властивостей інформаційного простору, всебічно характеризує наявний ланцюг збудження критичності системи, а саме: інформаційну складову (інформаційно-комунікативну, технічну), тезаурусну складову (інформаційно-комунікативну, соціально-психологічну), цільову складову (інформаційно-комунікативну, структурно-систему), так і окремі випадки зовнішньої загально функціональної критичності, що як правило має складний структурно-системний характер.

Відповідно процес компенсування слід розглядати як процес функціонального урівноваження або відшкодування основних властивостей інформаційного потоку з метою отримання дієвого кінцевого результату, а саме формування достовірного ефективного управлінського рішення щодо стану безпеки об'єкту контролю.

Спираючись на запропоновані визначення була запропонована модель виникнення критичності в системі моніторингу надзвичайних ситуацій, яка представлена на рис. 1.

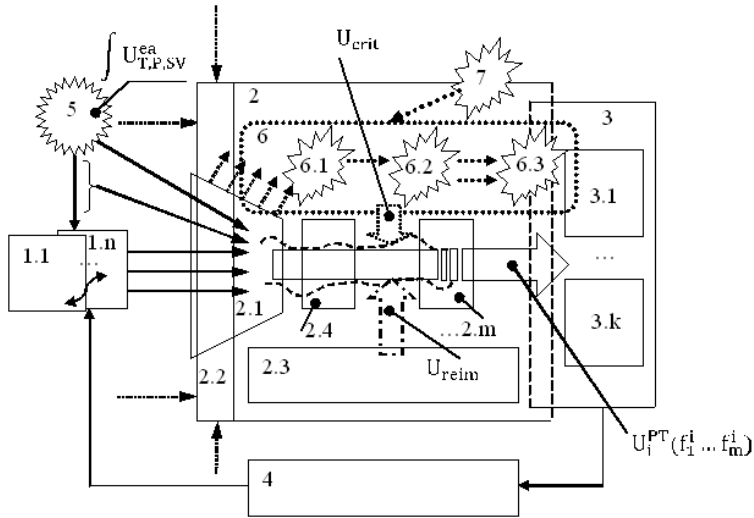


Рисунок 1 – Функціональна схема виникнення критичності та її компенсування в системі моніторингу надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру в рамках інформаційно-комунікативного підходу

На рисунку використані наступні позначення 1.1–1.n об’єкти моніторингу (контролю), що мають взаємовплив різного рівня насиченості; 2 – система моніторингу надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру у складі: 2.1 – підсистема контролю та збору інформації щодо стану функціонування об’єктів контролю, 2.2 – підсистема різнорівневих інформаційно-комунікативних фільтрів, 2.3 – підсистема компенсування інформаційно-комунікативної критичності, 2.4–2.m – функціональні підсистеми системи моніторингу; 3 – система управління та прийняття антикризових рішень в складі функціональних підсистем (3.1–3.k); 4 – виконуюча система; 5 – інформаційне поле зовнішніх впливів (природного, техногенного, соціального характеру $\int U_{T,P,SV}^{ea}$); 6 – ланцюг виникнення інформаційно-комунікативної критичності (6.1, 6.2, 6.3 – першого, другого та третього порядку відповідно); 7 – можливість виникнення функціональної критичності зовнішнього характеру поза ланцюгом

інформаційно-комунікативної критичності; $U_i^{PT}(f_1^i \dots f_m^i)$ – регламентований інформаційний потік щодо безпеки функціонування об'єктів контролю; U_{crit} – інформаційно-комунікативний вплив з боку ланцюга критичності та U_{reim} – компенсуючий вплив з боку підсистеми компенсування.

Запропонований підхід дозволяє сформуванню у подальшому єдину методологію вивчення механізму виникнення інформаційно-комунікативної критичності в системі моніторингу надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру та відповідно механізму її компенсації.

Список використаних джерел

1. Шевченко Р. І. Формування політики інформаційно-комунікативної безпеки системи моніторингу надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру / Р. І. Шевченко // Матеріали 17 Всеукраїнської НПК рятувальників «Сучасний стан цивільного захисту України: Перспективи та шляхи до європейського простору». – Київ : ІДУЦЗ, 2015. – С. 438–441.

УДК 519.8

МОДЕЛЮВАННЯ ЦІН ОПЦІОНІВ НА БАЗІ ГІПОТЕЗИ ФРАКТАЛЬНОГО РИНКУ

Н. Ю. Щестюк, к. ф.-м. н., доцент
Національний університет «Києво-Могилянська Академія»
Natalyshch@gmail.com

В статті розглядається нова конструкція моделі з активним фрактальним часом для ризикованих базових активів. Пропонується формула для цін опціонів та її порівняння з класичною формулою Блека-Шоулза-Мертона.

Shchestyuk N. Y. Option pricing based on fractal market hypothesis. In the article we present a new construction of fractal activity model for a risky asset with dependence. Option pricing formulas for the proposed models and a comparison with the classical Black-Scholes-Merton pricing formula are derived.

Ключові слова: ОПЦІОН, ГІПОТЕЗА ФРАКТАЛЬНОГО РИНКУ, ФРАКТАЛЬНИЙ АКТИВНИЙ ЧАС.

Keywords: OPTION, FRACTAL MARKET HYPOTHESIS, FRACTAL ACTIVITY TIME.

З появою робіт Л. Башельє (1900 рік) в якості основної доктрини для фондових ринків була прийнята гіпотеза ефективного ринку. Згодом на основі даного теоретико-ймовірнісного підходу були створені наразі широко відомі моделі оцінки фінансових активів, такі, як модель Марковіца, CAPM, арбітражна портфельна теорія, моделі ціноутворення опціонів, в числі яких модель Кокса-Роса-Рубінштейна та модель Блека-Шоулза-Мертона [1]. Всі ці моделі у якості припущення спираються на ідею ефективного ринку.

Гіпотеза ефективного ринку полягає в тому, що відбувається миттєва корекція цін при оновленні інформації, при чому учасники ринку однорідно інтерпретують інформацію, а їхня реакція носить колективно-раціональний характер. З математичної точки зору модель ефективного ринку – це модель ринку без арбітражних можливостей, в основі якої лежать геометричний броунівський рух і теорія мартингалів. Звідси має справджуватись припущення про незалежність та нормальний розподіл лог-повернень для цін акцій або обмінних курсів валют.

Проте на статистичному матеріалі можна показати, що величина «лог-повернення» має щільність розподілу з «важкими хвостами» і з сильними «видовженнями» в центральній частині. Тобто припущення про нормальний розподіл цих величин не справджується. З часом у поведінці лог-повернень спостерігається властивості «кластерності» та «сильної залежності» (образно – «ціни пам'ятають минуле»). Квадрати та модулі величин лог-повернень виявляються корельованими. До того ж при статистичному аналізі фінансових часових рядів давно було помічено, що багато з них володіють властивістю статистичної самоподібності, яка проявляється у тому, що «частини влаштовані так само як і ціле». Подібні властивості вимагали свого пояснення.

Дослідження показали, що воно може бути дано у рамках концепції автомодельності (самоподібності). Б. Мандельброт був одним з перших, хто запропонував включити в розгляд гіпотезу фрактального ринку. Гіпотеза фрактального ринку включає в себе ряд положень, серед яких основним є присутність на ринку інвесторів з різними інвестиційними горизонтами, при

цьому величина ризику інвестора не залежить від довжини його горизонту. Отже, частотний розподіл прибутку на різних інвестиційних горизонтах виглядає приблизно однаково.

В роботі пропонується модель ціни базового активу $\{P_t, t \geq 0\}$, що породжується броунівським рухом $B(T_t)$, який залежить від «фрактального», «ринкового» часу [2]:

$$\log P_t = \log P_0 + \mu t + \theta T_t + \sigma B(T_t), \quad (1)$$

де $\mu \in R$, $\sigma > 0$ є коефіцієнтами дрейфу та дифузії, $\theta \in R$ визначає асиметрію, $\{T_t, t \geq 0\}$ є додатним неспадним стохастичним процесом зі стаціонарними, але не обов'язково незалежними приростами $\tau_t = T_t - T_{t-1}$. В контексті цієї моделі процес $\{T_t, t \geq 0\}$ інтерпретується як «активний» час, тобто час, коли ринок еволюціонує та часто асоціюється з обсягом інформації чи потоком інформації, що впливає на ціни. У випадку $T_t = t$ (1) стає формулою Блека-Шоулза та $\log P_t$ мають нормальний розподіл.

Для запропонованої моделі (1) лог-дохідності є стохастичним процесом

$$X_t = \log P_t - \log P_{t-1} = \mu + \theta \tau_t + \sigma \sqrt{\tau_t} B(1), \quad (2)$$

де τ_t мають обернений гама розподіл $R\Gamma(\alpha, \beta)$ або згортку обернених гама розподілів [3]. Лог-дохідності мають розподіл Стьюдент типу [4]. Справедлива ціна опціонів розраховується як дисконтоване математичне сподівання платіжної функції на підставі формули (1).

В доповіді розглядаються нові конструкції моделі з фрактальним активним часом, та їх порівняння з класичною моделлю Блека-Шоулза-Мертонна.

Список використаних джерел

1. Black F., and M. Scholes, 1973, The Pricing of Options and Corporate Liabilities, Journal of Political Economy, 81. – P. 637–654.
2. Casteli F., Leonenko N. N., Shchestyuk N. Student-like models for risky asset with dependence, Stochastic Analysis and Applications, manuscript, 2014.

3. Giron F. J., Castillo C. A note on the convolution of inverted-gamma distributions with applications to the B-Fisher distribution, – *Statistic and Operations Research*, 2001, 95(1). – P. 39–44.
4. Heyde C. C. and Leonenko N. N. Student Processes, *Applied Probability*, 2005, 37. – P. 342–365.

УДК 316.776:519.213

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОСТУПУ ДО ПОСЛІДОВНО ОРГАНІЗОВАНИХ СТОРІНОК WEB-САЙТУ ДЛЯ РІЗНИХ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ЙМОВІРНОСТЕЙ ЗВЕРТАННЯ ДО СТОРІНОК

*М. І. Юськів, аспірант, ЛНУ ім. І. Франка
markiyan_yuskiv@live.com*

Г. Г. Цегелик, д. ф.-м. н., професор, ЛНУ ім. І. Франка

Розглянуто підхід до математичного моделювання оптимального доступу користувачів до послідовно організованих сторінок web-сайту. Знайдено вираз для математичного сподівання загального часу, необхідного для пошуку сторінки, для різних законів розподілу ймовірності звертання до сторінок.

Yuskiv M. I., Tsehelyk H. H. Modelling and efficiency of access to adherently organized pages of Web-site for different distribution laws of probability of invocation to the page.

Ключові слова: МОДЕЛЮВАННЯ ДОСТУПУ, ПОСЛІДОВНО ОРГАНІЗОВАНІ СТОРІНКИ, WEB-САЙТ, ЗАКОНИ РОЗПОДІЛУ ЙМОВІРНОСТЕЙ.

Keywords: MODELLING OF ACCESS, ADHERENTLY ORGANIZED PAGES, WEB-SITE, DISTRIBUTION LAWS OF PROBABILITY

Мережа інтернет є унікальним інформаційним ресурсом, через який кожен день проходять великі об'єми інформації. Основними складовими цього ресурсу є сервери та web-сайти. Кожен сайт відповідно складається з набору сторінок. Сторінки сайту – атомарні одиниці, які між собою пов'язані логічними зв'язками. Нами розглянуто організацію і перегляд сторінок сайту при заданих ймовірностях звертання до сторінок. За критерій ефективності пошуку сторінки приймається математичне

сподівання загального часу, необхідного для пошуку потрібної сторінки користувачем. Вважатимемо, що пошук інформації на сайті відбувається послідовно по сторінках. Серед законів розподілу ймовірностей звертання до сторінок розглянемо рівномірний, бінарний, узагальнений закони розподілу та Закон Зіпфа [1, 2].

Припустимо, що інформація, яка міститься на *web*-сайті, розміщена на N сторінках, розбитих на n блоків по m сторінок в кожному. Нехай p_i – ймовірність звертання до i -ї сторінки; $a = b + dm$ – час читання блоку сторінок користувачем, де b , d – деякі сталі; t – середній час перегляду однієї сторінки; E – математичне сподівання загального часу, необхідного для пошуку веб-сторінки на сайті.

Тоді E виразиться наступною формулою

$$E = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (ia + ((i-1)m + j)t) p_{(i-1)m+j}.$$

Знайдемо явний вираз для E як для рівномірного закону розподілу ймовірностей звертання до сторінок, так і для «бінарного», закону Зіпфа та узагальненого закону розподілу [1, 3].

1. У випадку рівномірного закону розподілу ймовірностей звертання до сторінок отримаємо наступний вираз для E

$$E = \frac{1}{2}((n+1)a + (N+1)t)$$

або

$$E = \frac{1}{2} \left(\left(\frac{N}{m} + 1 \right) (b + dm) + (N+1)t \right).$$

2. У випадку, коли ймовірності звертання до сторінок задовольняють «бінарний» закон, отримаємо наступну формулу

$$E = \left(\frac{2^m}{2^m - 1} a + 2t \right) (1 - 2^{-N}).$$

Якщо знехтувати величиною 2^{-N} , то з достатньо високою точністю можемо прийняти

$$E = \left(\frac{2^m}{2^m - 1} a + 2t \right).$$

3. Якщо ймовірності звертання до сторінок розподілені за законом Зіпфа, то

$$E = \frac{1}{H_N} \left(((n+1)H_N - S_m(n))(a + mt) + \left(\left(\frac{1}{n} S_m(n) - H_N + 1 \right) N - mH_N \right) t \right),$$

де

$$S_m(n) = \sum_{k=1}^n H_{km}.$$

Використовуючи апроксимацію $S_m(n)$ функцією $\bar{S}_m(n)$,

$$\bar{S}_m(n) = n(H_N - 1) + \frac{1}{2} \ln n + C_1,$$

де $C_1 = \frac{1}{2} \ln 2\pi$, одержимо

$$E = \frac{1}{H_N} \left(\left(H_N + n - \frac{1}{2} \ln n - \frac{1}{2} \ln 2\pi \right) a + Nt \right).$$

4. У випадку, якщо розподіл ймовірностей звертання до сторінок задовольняє узагальнений закон розподілу, отримуємо

$$E = \frac{1}{H_N^{(c)}} \left(((n+1)H_N^{(c)} - S_m^{(c)}(n))(a + mt) + \left(H_N^{(c-1)} + mS_N^{(c)}(n) - NH_N^{(c)} - mH_N^{(c)} \right) t \right),$$

де

$$S_m^{(c)}(n) = \sum_{k=1}^n H_{km}^{(c)}.$$

Використовуючи апроксимацію $S_m^{(c)}(n)$ функцією $\bar{S}_m^{(c)}(n)$, де

$$\bar{S}_m^{(c)}(n) = nH_N^c + \frac{N^{1-c}}{1-c} \left(\frac{c-1}{2-c} n + \frac{\alpha^{(c)}(n)}{n^{1-c}} \right).$$

З достатньо високою точністю отримуємо

$$E = \frac{1}{H_N^{(c)}} \left(\left(H_N^{(c)} - \frac{N^{1-c}}{1-c} \right) \left(\frac{c-1}{2-c} n + \frac{\alpha^{(c)}(n)}{n^{1-c}} \right) \right) \left(b + \frac{dN}{n} \right) + H_N^{(c-1)} t.$$

В результаті виконання роботи побудовано математичну модель доступу до сторінок інформаційного web-сайту зі сторони користувача. За критерій ефективності прийнято математичне сподівання загального часу, необхідного для послідовного пошуку сторінки на web-сайті. Математична модель враховує ймовірності звертання до сторінок, час читання блоку сторінок та час перегляду сторінки користувачем. Знайдено вирази для математичного сподівання, залежні від різних законів розподілу ймовірності звертання до сторінок.

Список використаних джерел

1. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ: Сортировка и поиск / Кнут Д. – Москва : Изд. дом «Вильямс», 2000. – Т. 3. – 840 с.
2. Цегелик Г. Г. Организация и поиск информации данных / Цегелик Г. Г. – Львов : Свит, 1990. – 186 с.
3. Baeza-Yates R. Relating Web Structure and User Search Behavior. – Center for Web Research / Baeza-Yates R., Castilio C. // Department of Computer Science, University of Chile, 2002. – 24 p.
4. An Overview of World Wide Web Search Technologies / Hu W.-C., Chen Y., Smalz M., Ritte G. // Department of Computer Science. Auburn University, 2000. – 6 p.

УДК 519.8

МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДУ «P-АЛГОРИТМ»

С. І. Яремчук, професор;

К. О. Скок, магістрант;

В. О. Таценко, аспірант

Житомирський державний технологічний університет

katyaskok@gmail.com

В статті розглядається задача розміщення джерел фізичного поля на фіксовані посадкові місця. Побудовано модифікацію методу «P-алгоритм».

S. I. Yaremchuk, K. O. Skok, V. O. Tacenko. Modification of the method «P-algorithm». In the article are discussed the problem of placement sources of physical fields on the fixed seats. Built modification of the method «P-algorithm».

Ключові слова: МІНІМАКСНА ЗАДАЧА, ДЖЕРЕЛА ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ, P-АЛГОРИТМ.

Keywords: MINIMAX PROBLEM, SOURCES OF PHYSICAL FIELDS, P-ALGORITHM.

На практиці часто виникають задачі розміщення джерел фізичного поля на фіксовані посадкові місця. Вони виникають у промисловості (оптимальне розміщення джерел забруднення, звуку), при проектуванні пристроїв радіоелектронної апаратури (забезпечення оптимального температурного режиму мікросхеми), при пошуку оптимального розміщення нафтових свердловин тощо.

Змістовна постановка задачі.

Є область $\Omega \subset R^n$; N джерел фізичного поля $D_i, i \in [1: N]$; N посадкових місць $n^j \in \Omega, j \in [1: N]$ та K контрольних точок. Необхідно розмістити джерела фізичного поля на посадкові місця таким чином, щоб максимальне із значень поля в контрольних точках було найменшим. Кожне джерело повинно займати одне посадкове місце та на одне посадкове місце повинно призначатися лише одне джерело.

Фізичне поле, що утворюється розміщеними джерелами та крайовими умовами на межі області Ω , описується лінійною задачею математичної фізики.

Математична модель задачі.

Керовані змінні.

$$x_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } i\text{-те джерело не призначається на } j\text{-те місце} \\ 1, & \text{якщо } i\text{-те джерело призначається на } j\text{-те місце} \end{cases}$$

Обмеження.

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N x_{ij} = 1, j \in [1: N], \\ \sum_{j=1}^N x_{ij} = 1, i \in [1: N], \end{cases} \quad (1)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, i \in [1:N], j \in [1:N], \quad (2)$$

Функція цілі.

$$f(x) = \max_{k \in [1:K]} f_k(x) \rightarrow \min, \quad (3)$$

де $f_k(x) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N c_{ij}^k x_{ij}$, c_{ij}^k – вклад i -го джерела, що знаходиться на j -му посадковому місці, в значення поля в k -й контрольній точці.

Обчислювальна схема методу «Р-алгоритм».

1. Обирається початковий базис \bar{x}_0^0 , якому відповідає точка x^0 . $s = 0, r = 0$.

2. Нехай є базис \bar{x}_s^r , якому відповідає точка x^r , тоді:

2.1. Будується множина:

$$K_{max}(x^r) = \{k \in [1:K] \mid f_k(x^r) = f(x^r)\}.$$

Для \bar{x}_s^r знаходяться потенціали $u_i^k(\bar{x}_s^r), v_j^k(\bar{x}_s^r)$ та оцінки $\Delta_{ij}^k(\bar{x}_s^r) \forall k \in [1:K]$.

2.2. Якщо хоча б для одного $k \in K_{max}(x^r)$ немає жодної додатної оцінки, то $x^* = x^r$ є глобальним мінімумом задачі, кінець роботи алгоритму. Інакше – перехід до п. 2.3.

2.3. Знаходиться множина клітин $I(\bar{x}_s^r)$, кожен елемент якої задовольняє наступній умові:

$$\forall k^* \in K_{max}(x^r) \text{ виконується } \Delta_{i^*j^*}^{k^*}(\bar{x}_s^r) > 0.$$

Якщо вона порожня, то здійснюється перехід до п. 4. Інакше – перехід до п. 2.4.

2.4. Серед елементів множини $I(\bar{x}_s^r)$ обирається такий, що задовольняє умові $f_k(x^r) - \Delta_{i^*j^*}^k(\bar{x}_s^r) < f(x^r)$, $\forall k \in K_{max}$. Якщо таких не існує, то здійснюється перехід до п.4. Якщо таких елементів декілька, то в першу чергу обирається той, що призводить до одиничного перевезення. Позначимо його через (i^*, j^*) .

2.5. Знаходиться наступний опорний план.

3. Якщо значення перевезення дорівнює одиниці, то отримано нову точку x^{r+1} , якій відповідає базис \bar{x}_0^{r+1} . r збільшується на одиницю, а s присвоюється нуль. В протилежному випадку отримуємо ту ж точку x^r , але інший базис \bar{x}_{s+1}^r . r не змінюється, а s збільшується на одиницю. Здійснюється перехід до п. 2.

4. За розв'язок обирається $x^* = x^r$. x^* є стаціонарною точкою методу.

Недоліком цього методу є те, що його швидкодія дуже зменшується при збільшенні кількості контрольних точок. Тому розроблено модифікований «Р-алгоритм» в якому процедура побудови циклу, яка забирає більшу частину часу на кожному кроці розв'язання задачі, оптимізована. Вона базується на методі потенціалів з використанням деревовидних структур [1].

Для покращення роботи методу запропоновано використання паралельних обчислень в його програмній реалізації. Паралельно проводяться обчислення потенціалів та оцінок в кожній з контрольних точок на кожному кроці алгоритму.

Список використаних джерел

1. Шарифов Ф. А. Об эффективности алгоритмов решения сетевых задач на древовидных структурах / Ф. А. Шарифов // Кибернетика и системный анализ. – 2003. – № 3. – С. 179–184.
2. Алгоритм решения дискретной минимаксной задачи размещения источников физического поля / С. И. Яремчук, Р. В. Бурда, С. С. Матущенко // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – № 5. – С. 153–163. – Библиогр.: 8 назв. – рос.

MODELING OF UNIVERSAL K-DIGITAL STRUCTURES

**G. G. Chetverikov, O. O. Tyshchenko, S. V. Zmiivska,
O. V. Kurinnyi, I. U. Horovyi**

*Kharkiv National University of Radioelectronics
chetvergg@gmail.com, lenatishenko95@gmail.com,
svetazmiev@gmail.com, ds.noob11@gmail.com,
iggorovoy@gmail.com*

Chetverikov G. G., Tyshchenko O. O., Zmiivska S. V., Kurinnyi O. V., Horovyi I. U. Modeling of universal k-digital structures. Theoretical construction principles of spatial invertible multiple-valued elements and structures have been developed. The analysis of their practical application in information system with k-valued coding has been tested. All enumerated properties and functions in point of fact are essential not only are discrete on time, but also many-valued.

Keywords: K-DIGITAL INTELLECTUAL SYSTEM, MULTIPLE-VALUED LOGIC, ARTIFICIAL INTELLIGENCE.

INTRODUCTION

The basic construction concepts of many-valued intellectual systems (MIS), which are adequate to primal problems of person activity and using hybrid tools with many-valued coding are considered. With materialism of a point of view these concepts are agreed with the dialectic laws opened by a man and their manifestations in problems connected with creation of identification systems prediction and recognition of imagery in which the interactive operational mode is a main part of the whole complex of intellectual properties [1, 2].

Those are, for example, the law of unity and struggle of contrasts – as availability in parallel operating in space and time of mechanisms both discrete, and continuous mapping objects of plants; the law of transition from quantitative changes to qualitative-quantitative changes of gradation levels of brightness and the color result in qualitative changes in mapping of objects; the law of negation of negation – as a changes and alternation of coding indications of

messages about objects in neurons of a brain – from space to temporal and from two-place to many-valued.

It is known [1, 3] that the majority of mathematical modeling problems of the language information processing by man's activities is based on those or different methods of logical (predicate) equations solution. The last circumstance provides coding capability and the simplest morphological information processing opportunity in real time. The operation efficiency of the automatic information processing system in a natural language depends on both a representation method of the electronic dictionary, a coding data method in these dictionaries and transformation methods of natural language information, represented by the formal language (in the given case – the algebra of finite predicates).

CONSTRUCTION PRINCIPALS

Let us consider basic principles of multiple-valued invertible heterogeneous logic elements construction of the first and the second kind proposed in this paper. The elements of the first kind implement predetermined finite relation in the form of corresponding multiple-valued invertible heterogeneous logic elements and they are universal in fact. It should be noted that by “invertibility” is meant a scheme of the multiple-valued logic element. In these case this scheme is endowed with a capability both direct and inverted information transformation [2].

As the corollary, non-adequacy of used principles of coding and element basis to simulated processes entails a redundancy, complication and no evidence of used mathematical and engineering means of transformations [3], loss of a micro level of parallelism in handling expected fast acting and flexibility of restructuring without essential modifications of architecture and connections.

The originating complications [1], in creation of a many-valued intellectual system promote moving out of the adequacy concept of many-valued logic and structures of MIS creation problems with desirable properties and possibilities. Therefore, for disclosure of use paths of a knowledge backlog in the field of many-valued coding and structures in MIS creation the conceptual structurally functional model of a MIS cell (Fig. 1) is offered.

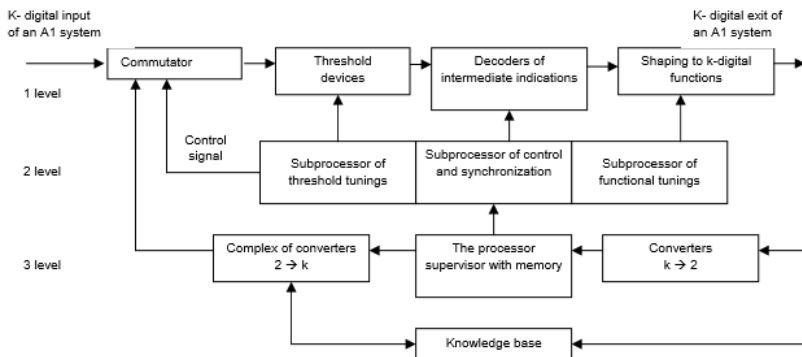


Figure 1 – A conceptual structurally functional model of a MIS cell

Each MIS is characterized by a set of functions fulfilled by blocks, which realize functions and information interchanges. In accordance with solved problems, the structurally functional cell breaks up to three hierarchical levels: functional (analytic-synthetic) – level 1; tactical (analyses-coordination) – level 2; strategic (coordination) – level 3.

The new principle of the computers construction is offered, in which the principle of organization of brainwork simultaneously with a principle of programmed control assumes as a basis. The principle of organization of brainwork assumes as a basis of operation of such computers, in classical element basis it will be for more to Hilbert machines than for nowadays existing Neumann machines, the basis of which is the principle of programmed control realized rather slowly.

FORMALIZATION OF CONSTRUCTION PRINCIPLES OF MANY-VALUED STRUCTURES

Let's illustrate proposed construction approaches of multiple-valued invertible heterogeneous logic elements of the first kind for hardware implementation of a preset finite relation in an arbitrary way.

Let us assume that the binary relation of conjunction is given by

$$g = a \cdot b, \quad (1)$$

where $g(a,b) = \min(a,b)$ and a digit number of the variable g is defined on the basis of the relation. Relation on (1) will be examined as a predicate equation connecting variables a , b and g . The given equation is not only a conjunction function (for example, for k -valued conjunction of the multiple-valued logic), but and the whole number of the distinctive feature for predicate equation of such kind (as distinct from relation of k -valued logic) is their heterogeneity.

Thus, for the given approach feasibility of dependences consideration and analysis in the form of

$$a \cdot g = b(b \cdot g = a)$$

is characteristic, which can be studied on the basis of initial binary relation (1). A possibility to define a value of the variable g depending on values of variables a , b , as well as a value of the variable b depending on values g and a (similarly, as value of the variable a depending on values g and a) comes into being.

On the one hand it improves circuit reliability from the point of view of single simulation of faults [2] when by single constant fault (occurrence of combination non on all buses of one or another decision or output variable) it is possible to localize a place and defect causes, and on the other hand, it is implicit test diagnosing and realize a definition process of technical circuit state as per information on output circuits of known (initial) variables. Similarly, conjunction relations containing more than three variables with a different digit number can be implemented under hardware control (in the form of the switching circuit of the first kind). The last contention in full measure assigns to the disjunction relation.

Thus, we have a definite set of “building blocks” implementing predicate equations in the form:

$$y = a \vee b; y = a \vee b \vee c; y = a \vee b \vee c \vee d$$

etc., where a number of variables $n < 8 \div 10$ in their different number.

Thus, having such set of multiple-valued invertible heterogeneous logic elements (“building blocks”) for removal a limitation on a number of variable in the initial predicate equation in an “increased” digit number of the majority of its variable and we come now on to

consideration of a problem of multiple-valued invertible heterogeneous logic elements synthesis of the second kind.

CONCLUSION

On the basis of general principles and methods of universality hybridism and parallelism (speed) of k-valued spatial structures a new class of universal functional converters – switching circuits of the third kind which allows to implement analysis, normalization and synthesis of Ukrainian language morphology problems has been created.

The problem solving of principles formalization of the structure organization of computing tools, thus ensures construction of the newest concept for systems of an artificial intelligence; application of space and temporal parallelism at structural and algorithmic levels; creation of procedural function languages, parallel machines of knowledge bases and the interface. The problem solving of organization principles formalization of universal k-valued structures of a spatial type by tools of predicate and hybrid logic will ensure construction of a modern concept for artificial intelligence systems, application of spatial parallelism at structured and algorithmic levels; creation of functional languages of parallel machines of knowledge basis; application of symbiosis of two- and many-level heterogeneous coding.

References

1. Bondarenko M. Analiz problemi sozdaniya novich tekhnicheskikh sredstv dlya realizatsii lingvisticheskogo interfeisa / Bondarenko M., Chetverikov G., Karpukhin A. // Proc of the 10th International Conference KDS – 2003, Varna, Bulgaria, June 16–26, 2011. – P. 78–92.
2. Bondarenko M. F. Theory fundamentals of multiple-valued structures and coding in artificial intelligence systems / Bondarenko M. F., Konoplyanko Z. D., Chetverikov G. G. – Kharkiv : Factor-druk, 2011. – 336 p.
3. Bondarenko M. Structural Synthesis of Universal Multiple-Valued Structures of Artificial Intelligence Systems / Bondarenko M., Chetverikov G., Karpukhin A. // Proc. Of the 9th World Multi-Conference in Systemics, Cybernetics and Informatics (WMSCI 2005). – Orlando, Florida (USA), 2005. – Vol. VII. – P. 127–130.

E-LEARNING COURSES AS A SITE "PLATFORM FOR ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS"

Iwu Ifeanyi Michael

5th year student majoring in "Social Informatics"

Poltava University of Economics and Trade

Keywords: DISTANCE LEARNING, WORDPRESS, PHP, HTML.

The site was created to contain remote English course to study the subject "Platform for enterprise information systems". This site is used as an auxiliary learning for international students in "informatics" Poltava university of economics and trade.

The site is basically for the use of distance education as a generic term used to define the field or distance learning is a mode of delivering education and instruction, often on an individual basis, to students who are not physically present in a traditional setting such as a classroom or unable to afford travelling to Ukraine directly to study in one of the universities such as (Poltava university of economics and trade).

Distance learning provides "access to learning when the source of information and the students are separated by time and distance, or both. Distance education courses that may require a physical presence for any reason (excluding taking examinations) may be referred to as hybrid or blended courses of study. A number of other terms (distributed learning, e-learning, online learning, etc.) are used roughly synonymously with distance education.

For me to have implemented distance learning I created a website containing or using the following materials such as description of the courses, lectures, assignments for the laboratory work. This will enable students to be able to read and practice or get familiar with the laboratory works.

The website was created through the use of Wordpress and while working on the website design I used the markup language HTML and CSS with other digital program language such as Joomla and Drupal to help create and manage web content and engaging digital experiences.

E-LEARNING COURSES "ELEMENTS OF COMBINATORIAL OPTIMIZATION" AS A SITE

Odima Jonathan

*5th year student majoring in "Social Informatics"
Poltava University of Economics and Trade*

Keywords: DISTANCE LEARNING, WORDPRESS, HTML.

The write up here is to illustrate how effective a tool the distance learning course application can be if effectively structured and utilized. My project degree work was on the distance learning course on optimization of combinatorial elements and problems.

Under this subject view a total study of different combinatorial element problems were viewed and analyzed. Problems from everyday activities were illustrated, materials from classes were used and also the practical part was incorporated in my work.

To illustrate further what this paper is all about it is to explain how students who want to study but for one reason or the other are not being able to be present in the physical environment of the school or classrooms. This work elaborated on how students can learn from any part of the world and still get the best of educational sessions.

In my work a website was created with the use of free web base software called wordpress, with this tool and other programming language like C++ and Java I was able to create a website that can enable distance learning. In the site created are different templates and pages and I ensured I used everyday class materials in the theoretical learning pages and information from instructions in the practical works .When visiting a website it's interesting to note that the first impression visitors get is the content of the displayed page, this page has to be attractive and informative enough to want to make visitors to your page click and want to see what the site is all about. So in creating my page I ensured that the displayed page was captivating enough to ensure visitors stay and want to check out the rest of the site. Another important observation is that people are always in a hurry and do not want to spend much time reading very long articles so I tried to ensure I summarized all information and précised. To make it easy for anyone who visit my page also attached are diagrams and tables that illustrate all that is explained in the page.

DEVELOPMENT OF THE DISTANT EDUCATIONAL COURSE IN THE FORM OF WEB SITE "INFORMATIONAL NETWORKS"

Odimegwu Remy Ifeanyi

*5th year student getting Master Degree in "Social Informatics"
Poltava University of Economics and Trade, Ukraine – Nigeria
ask4remy@gmail.com*

Keywords: NETWORKS, DISTANT LEARNING
WORDPRESS.

A computer network or data network is a communications network that allows computers to exchange data. In computer networks, networked computing devices pass data to each other along data connections. Data is transferred in the form of packets. The network links between nodes are established using either cable media or wireless media. The best known computer network is the Internet.

Computer networks support applications such as access to the World Wide Web, shared use of application and storage servers, printers, and fax machines, and use of email and instant messaging applications.

The purpose of the development was to learn how to design a website and to create a web site using free open source software WordPress, programming language PHP for Educational Internet Course "Information Networks". The website had to contain the information that can be used by the students in the Academic process. The site had to contain general information about computer networking and also the site must present lectures on the course.

The tasks of the development was a website to be designed using the WordPress application. The website is titled "the Introduction to a Computer networking". *The object of the development* was educational course for the student majoring in Informatics. *The subject of the development* was the construction of the educational site on topic networking using the materials of the course "Information Networks" which is taught by the department of Mathematical Simulation and Social Informatics of Poltava University of Economics and Trade.

In order to achieve the goal set next structure of the site was proposed:

1. Front page of the website.
2. The first page: Lecture one.

3. The second page: Lecture two.
4. The third page: Lecture three.
5. The fourth page: Lecture four.

Methods of the development were methods of networking, content management system, WordPress, style table CSS, programming language PHP, markup language HTML. **The project development is closely connected** with the development of the educational courses for distant learning of students majoring in Informatics by the department of Mathematical Simulation and Social Informatics of PUET. In our project **new practical development** is the creation of the educational site on networking.

Benefits of the site lie in the fact that it will provide necessary information for full time and extra-mural students majoring in Informatics, Computer Sciences. It will be helpful in distant learning process.

The testing revealed that the site operates properly and can be used in academic process.

You can find the designed website by the address [16].

Literature

1. Computer Networking. – Access mode: <https://www.udacity.com/course/computer-networking--ud436>. – Access date: 02.2015. – Title from screen.
2. Computer Networks. – Access mode: <https://www.coursera.org/course/comnetworks>
3. Introduction to Computer Networking. – Access mode: <https://lagunita.stanford.edu/courses/Engineering/Networking/Winter2014/about>. – Access date: 02.2015. – Title from screen.
4. Computer Networks. – Access mode: <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-829-computer-networks-fall-2002/> – Access date: 02.2015. – Title from screen.
5. 10 Places to Find Free Computer Networking Tutorials on the Web. – Access mode: http://study.com/articles/10_Places_to_Find_Free_Computer_Networking_Tutorials_on_the_Web.html. – Access date: 02.2015. – Title from screen.
6. List of Free Online Networking Courses and Classes. – Access mode: http://study.com/articles/List_of_Free_Online_Networking_Courses_and_Classes.html
7. WordPress. – Access mode: <https://wordpress.com/website/>. – Access date: 02.2015. – Title from screen.

8. PHP – Access mode: php.net. – Access date: 02.2015. – Title from screen.
9. Computer networks. – Access mode:
http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_network.
10. Network overview (introduction to Networking). – Access mode:
<http://www.functionx.com/networking/Lesson01.html>. – Access date: 02.2015. – Title from screen.
11. WordPress Codex. – Access mode: codex.wordpress.org/Main_Page. – Access date: 02.2015. – Title from screen.
12. Download WordPress. – Access mode:
<https://wordpress.org/download/>. – Access date: 02.2015. – Title from screen.
13. Install WordPress. – Access mode:
http://codex.wordpress.org/Installing_WordPress. – Access date: 02.2015. – Title from screen.
14. Theme Development. – Access mode:
http://codex.wordpress.org/Theme_Development. – Access date: 02.2015. – Title from screen.
15. Plugins. – Access mode: <http://codex.wordpress.org/Plugins>. – Access date: 02.2015. – Title from screen.
16. <http://students.informatics.org.ua/remy/wordpress/wp-admin/theme-editor.php>. – Access date: 02.2015. – Title from screen.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО КОНФЕРЕНЦІЮ

Конференція проводиться під егідою:

- Міністерства освіти і науки України;
- Національної академії наук України;
- Центральної спілки споживчих товариств України;
- Української Федерації Інформатики.

Співорганізатори конференції:

- Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України;
- ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»;
- Київський національний університет ім. Тараса Шевченка;
- Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;
- Полтавський національний педагогічний університет ім. В. Г. Короленка;
- Українська інженерно-педагогічна академія;
- Харківський національний університет радіоелектроніки.

На конференцію представлено 112 доповідей.

Серед доповідачів 41 доктор наук, з яких 3 академіка НАН України та Азербайджану І. В. Сергієнко, Т. А. Алієв, В. К. Задірака, 2 чл.-кор. НАН України О. М. Трофимчук, О. М. Хіміч, а також 61 кандидат наук, 2 Ph. D. Серед учасників 28 аспірантів, 28 студентів, в тому числі студенти-іноземці з Нігерії, що навчаються на напрямку «Інформатика», спеціальності «Соціальна інформатика» в Полтавському університеті економіки і торгівлі.

Усього в конференції взяло участь близько 200 учасників з 20 міст Азербайджану, Молдови та України з таких організацій:

- Азербайджанський державний економічний університет (м. Баку);
- Азербайджанський університет архітектури і будівництва (м. Баку);
- Буковинський державний медичний університет (м. Чернівці);
- Вінницький соціально-економічний інститут Університету «Україна»;
- Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»;

- Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна;
- Житомирський військовий інститут ім. С. П. Корольова;
- Житомирський державний технологічний університет;
- Житомирський національний агроекологічний університет;
- Запорізький національний технічний університет;
- Запорізький національний університет;
- Інститут економіки промисловості НАН України (м. Київ);
- Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України (м. Київ);
- Інститут прикладної математики і механіки НАН України (м. Слов'янськ);
- Інститут проблем математичних машин та систем НАН України (м.Київ);
- Інститут систем керування НАН Азербайджану (м. Баку);
- Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України (м. Київ);
- Інститут технічної механіки НАНУ і НКАУ (м. Дніпропетровськ);
- Інститут фізики конденсованих систем НАН України (м. Львів);
- Київський національний університет ім. Тараса Шевченка;
- Київський університет ім. Бориса Грінченка;
- Кіровоградський національний технічний університет;
- Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка (м. Старобільськ);
- Львівський національний університет ім. Івана Франка;
- Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України (м. Київ);
- Міжнародний центр досліджень соціально-економічних проблем модернізації та розвитку кооперації;
- Нахічеванський державний університет (м. Нахічевань, Азербайджан);
- Нахічеванський університет (м. Нахічевань, Азербайджан);
- Національна металургійна академія України (м. Дніпропетровськ);

- Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»;
- Національний гірничий університет (м. Дніпропетровськ);
- Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;
- Національний університет «Львівська політехніка»;
- Національний університет Києво-Могилянська академія (м. Київ);
- Національний університет цивільного захисту України (м. Харків);
- ННК «Інститут прикладного системного аналізу» НТУУ «КПІ» (м. Київ);
- Одеська державна академія технічного регулювання та якості;
- Одеський національний політехнічний університет;
- Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова;
- Полтавське вище міжрегіональне професійне училище;
- Полтавський національний педагогічний університет ім. В. Г. Короленка;
- Полтавський політехнічний коледж НТУ «ХПІ»;
- Придністровський державний університет ім. Т. Г. Шевченка (м. Тирасполь, Молдова);
- Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника (м. Івано-Франківськ);
- Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля (м. Сєверодонецьк);
- Ужгородський національний університет;
- Український державний хіміко-технологічний університет (м. Дніпропетровськ);
- Українська інженерно-педагогічна академія (м. Харків);
- Харківський національний автомобільно-дорожній університет;
- Харківський національний університет радіоелектроніки;
- Хмельницький національний університет;
- Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича.

Конференція працювала за такими напрямками:

1. Теоретичні основи інформатики і кібернетики.
2. Математичне моделювання і обчислювальні методи.

3. Математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем.
4. Системний аналіз і теорія оптимальних рішень.
5. Інформатизація та кооперація.
6. Сучасна проблематика підготовки фахівців з комп'ютерних наук та інформаційних технологій, прикладної математики, системного аналізу.

Конференція є щорічною.

Наші контакти

Тел. +38 (0532) 509-204.

E-mail: contacts@informatics.org.ua, yemetsli@mail.ru,
yemets2008@ukr.net.

Сайти: www.informatics.org.ua, www.puet.edu.ua,
www.matmodel.uccu.org.ua.

Поштова адреса: 36014, м. Полтава, вул. Ковалю, 3, Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», кафедра математичного моделювання та соціальної інформатики.

ИНФОРМАЦИЯ О КОНФЕРЕНЦИИ

Конференция проводится под эгидой:

- Министерства образования и науки Украины;
- Национальной академии наук Украины;
- Центрального союза потребительских обществ Украины;
- Украинской Федерации Информатики.

Соорганизаторы конференции:

- Институт кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины;
- ВУЗ Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли»;
- Киевский национальный университет им. Т. Шевченко;
- Национальный технический университет «Харковский политехнический институт»;
- Полтавский национальный педагогический университет им. В. Г. Короленко;
- Украинская инженерно-педагогическая академия;
- Харьковский национальный университет радиоэлектроники.

На конференцию представлено 112 докладов.

Среди докладчиков 41 доктор наук, из которых 3 академика НАН Украины и Азербайджана И. В. Сергиенко, Т. А. Алиев, В. К. Задирака, 2 чл.-кор. НАН Украины А. Н. Трофимчук, А. Н. Химич, а также 61 кандидат наук, 2 Ph.D. Среди участников 28 аспирантов, 28 студентов, в том числе студенты-иностранцы из Нигерии, которые учатся на направлении «Информатика», специальности «Социальная информатика» в Полтавском университете экономики и торговли.

Всего в конференции взяли участие около 200 участников из 20 городов Азербайджана, Молдавии и Украины из таких организаций:

- Азербайджанский государственный экономический университет (г. Баку);
- Азербайджанский университет архитектуры и строительства (г. Баку);
- Буковинский государственный медицинский университет (г. Черновцы);

- Винницкий социально-экономический институт Университета «Украина»;
- Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля (г. Северодонецк);
- Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. ак. В. Лазаряна;
- Житомирский военный институт им. С. П. Королёва;
- Житомирский государственный технологический университет;
- Житомирский национальный агроэкологический университет;
- Запорожский национальный технический университет;
- Запорожский национальный университет;
- Институт кибернетики им. В. М. Глушкова Национальной академии наук Украины (г. Киев);
- Институт прикладной математики и механики Национальной академии наук Украины (г. Славянск);
- Институт проблем математических машин и систем Национальной академии наук Украины (г. Киев);
- Институт систем управления Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку);
- Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства Национальной академии наук Украины (г. Киев);
- Институт технической механики Национальной академии наук Украины и Государственного космического агентства Украины (г. Днепропетровск);
- Институт физики конденсированных систем Национальной академии наук Украины (г. Львов);
- Институт экономики промышленности НАН Украины (г. Киев);
- Киевский национальный университет им. Т. Шевченко;
- Киевский университет им. Б. Гринченко;
- Кировоградский национальный технический университет;
- Луганский национальный университет им. Т. Шевченко (г. Старобельск);
- Львовский национальный университет им. И. Франко;
- Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем Национальной академии наук и МОН Украины (г. Киев);

- Международный центр исследований социально-экономических проблем модернизации и развития кооперации;
- Нахичеванский государственный университет (г. Нахичевань, Азербайджан);
- Нахичеванский университет (г. Нахичевань, Азербайджан);
- Национальная металлургическая академия Украины (г. Днепропетровск);
- Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт»;
- Национальный горный университет (г. Днепропетровск);
- Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»;
- Национальный университет «Львовская политехника»;
- Национальный университет гражданской защиты Украины (г. Харьков);
- Национальный университет Киево-Могилянская академия (г. Киев);
- Одесская государственная академия технического регулирования и качества;
- Одесский национальный политехнический университет;
- Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова;
- Полтавский национальный педагогический университет им. В. Г. Короленко;
- Полтавский политехнический колледж НТУ «ХПИ»;
- Полтавский университет экономики и торговли;
- Полтавское высшее межрегиональное профессиональное училище;
- Приднестровский государственный университет им. Т. Шевченко (г. Тирасполь, Молдавия);
- Прикарпатский национальный университет им. В. Стефаника (г. Ивано-Франковск);
- Ужгородский национальный университет;
- Украинская инженерно-педагогическая академия (г. Харьков);
- Украинский государственный химико-технологический университет (г. Днепропетровск);
- Учебно-научный комплекс «Институт прикладного системного анализа» НТУУ «КПИ» (г. Киев);

- Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет;
- Харьковский национальный университет радиоэлектроники;
- Хмельницкий национальный университет;
- Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича.

Конференция работала по таким направлениям:

1. Теоретические основы информатики и кибернетики.
2. Математическое моделирование и вычислительные методы.
3. Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и систем.
4. Системный анализ и теория оптимальных решений.
5. Информатизация и кооперация.
6. Современная проблематика подготовки специалистов по компьютерным наукам и информационным технологиям, прикладной математики, системному анализу.

Конференция ежегодная.

Наши контакты

Тел. +38 (0532) 509-204.

E-mail: contacts@informatics.org.ua, yemetsli@mail.ru,
yemets2008@ukr.net.

Сайты: www.informatics.org.ua, www.puet.edu.ua,
www.matmodel.uccu.org.ua.

Почтовый адрес: 36014, г. Полтава, ул. Коваля, 3, Высшее учебное заведение Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли», кафедра математического моделирования и социальной информатики.

CONFERENCE INFORMATION

The conference is held under the auspices of:

- Ministry of Education and Science of Ukraine;
- National Academy of Sciences of Ukraine;
- Central Society of Consumer Cooperatives in Ukraine;
- Ukrainian Federation of Informatics.

Co-organizers of the conference:

- V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of National Academy of Sciences of Ukraine;
- Poltava University of Economics and Trade;
- Taras Shevchenko National University of Kyiv;
- National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»;
- Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University;
- Ukrainian Engineering Pedagogical Academy;
- Kharkiv National University of Radioelectronics.

112 papers are presented at the conference.

Among speakers there are 41 doctors, including 3 academicians of NAS of Ukraine and Azerbaijan I. V. Sergienko, T. A. Aliyev, V. K. Zadiraka, 2 corresponding members of NAS A. N. Trofimchuk, A. N. Khimich and 63 Ph.D. Among participants there are 28 post-graduate students, 28 students, including students from Nigeria who major in “Informatics” and “Social Informatics” at Poltava University of Economics and Trade.

About 200 participants from 20 cities of Azerbaijan, Moldova and Ukraine from 52 organisations took part in the conference.

Conference worked on the following areas:

1. Theoretical bases of informatics and cybernetics.
2. Mathematical simulation and computational approaches.
3. Mathematical support and software of computers and computer systems.
4. System analysis and the theory of optimal solutions.
5. Informatization and co-operation.
6. Modern problems of preparation of specialists on computer sciences and information technologies, applied mathematics, the analysis of the systems.

The conference is annual.

Our contacts

Phone. +38 (0532) 509-204.

E-mail: contacts@informatics.org.ua, yemetsli@mail.ru,
yemets2008@ukr.net.

Web-sites: www.informatics.org.ua, www.puet.edu.ua,
www.matmodel.uccu.org.ua.

Mailing address: The Department of Mathematical Simulation and Social Informatics, Poltava University of Economics and Trade; Kovalya Street 3, Poltava, Ukraine, 36014.

Наукове видання

ІНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМНІ НАУКИ (ІСН – 2016)

Матеріали
VII Всеукраїнської науково-практичної
конференції за міжнародною участю

Головний редактор *М. П. Гречук*
Комп'ютерна верстка *О. С. Корніліч*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 21.
Тираж 25 пр. Зам. № 046/537.

Видавець і виготовлювач
Вищий навчальний заклад Укоопспілки
«Полтавський університет економіки і торгівлі»,
к. 115, вул. Коваля, 3, м. Полтава, 36014;
☎ (0532) 50-24-81

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої
продукції ДК № 3827 від 08.07.2010 р.

ISBN 978-966-184-227-3

