

*Taras Shevchenko National University of Kyiv
(Faculty of Cybernetics)
International Institute for Applied Systems Analysis
(Austria)
Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine
System Analysis Committee of Presidium National
Academy of Sciences of Ukraine
Academy of Sciences “Vyshcha Shkola” of Ukraine
Odessa I.I.Mechnikov National University
Kyiv National Economic University named after
Vadym Hetman
Georgian Science and Society Development Fund
“Intellect”*

***XXVI International Conference
PROBLEMS OF DECISION
MAKING UNDER
UNCERTAINTIES
(PDMU-2015)
August 24-28, 2015

ABSTRACTS***

Odessa, Ukraine

**Київ
2015**

Надруковано за рішенням Вченої Ради факультету
кібернетики Київського національного університету імені
Тараса Шевченка (протокол № 13 від 25 червня 2015р.)

INTERNATIONAL PROGRAM COMMITTEE

A.Nakonechny (Ukraine) - Chairman

**S.Aliev (Azerbaijan Republic), A.Donchev (USA),
M.Bratiychuk (Poland), A.Chekriy (Ukraine),
G.Chachanidze (Georgia), S.Dashkovskiy
(Germany), I.Didmanidze (Georgia), Yu.Ermoliev
(Austria), I.Herlin (France), J.Kaluski (Poland),
V.Korolyuk (Ukraine), J.Michalek (Czech
Republik), K.Nanobashvili (Geogia), I.Sergienko
(Ukraine), Yu.Shestopalov (Sweden), O.Zakusylo
(Ukraine)**

NATIONAL ORGANIZING COMMITTEE

A.Anisimov - Chairman

A. Plotnikov - Vice-Chairman

**M.Bartish, I.Beyko, Ya.Chabanyuk,
V.Donchenko, F.Garashchenko, O.Iksanov,
P.Knopov, I.Khanin, E.Lebedev, D.Leshchenko,
S.Mashchenko, V.Marcenyuk, V.Romanenko,
N.Semenova, S.Shakhno, F.Sopranyuk,
A.Vlasyuk, V.Zaslavsky**

LOCAL ORGANIZING COMMITTEE

P.Zinko – Chairman

O.Kichmarenko – Vice-Chairman

**A.Nikitin, E.Kapustyan, T.Korobko, M.Loseva,
O.Lukovych, H.Mosiichuk, O.Ogulenکو,
A.Rachinskaya, N.Scripnik, Ye.Strakhov,
Yu.Shusharin, M.Tairova, T.Zinko**



**ВОЛОДИМИР СЕМЕНОВИЧ
КОРОЛЮК**
(до 90-річчя від дня народження)

19 серпня виповнилося 90 років видатному українському вченому в галузі теорії ймовірностей, математичної статистики та кібернетики академіку НАН України Володимирі Семеновичу Королюку. Народився В. С. Королук у Києві, тут одержав середню освіту. Перебуваючи на військовій службі, заочно закінчив перші два курси

Харківського університету, а з 1947р. продовжив навчання в Київському університеті ім. Т. Шевченка, який закінчив у 1950 році. Наукові інтереси майбутнього вченого формувались під впливом академіка Б. В. Гнеденка.

З 1954р. він постійно працює в Інституті математики АН України спочатку молодшим науковим співробітником, з 1956р. — старшим науковим співробітником, а з 1960р. очолює відділ теорії ймовірностей та математичної статистики і продовжує дослідження граничних задач теорії ймовірностей. У 1963р. захистив докторську дисертацію „Асимптотический анализ в граничных задачах случайных блужданий". Із 1966 до 1988р. В. С. Королук — заступник директора Інституту математики АН України. В 1967р. обраний членом-кореспондентом, а в 1976р. — академіком АН УРСР.

В.С. Королук — один з перших учених в Україні, хто оцінив теоретичне та прикладне значення напівмарковських процесів, привернув увагу своїх учнів до їх дослідження та застосування. Результати цих досліджень започаткували новий напрямок — теорію асимптотичного фазового укрупнення та усереднення випадкових процесів і підсумовані в монографіях В.С. Королюка та А.Ф. Турбіна. „Полумарковские процессы и их приложения” (1976р.), „Математические основы фазового укрупнения” (1978р.) та методичному посібнику „Фазовое укрупнение сложных систем” (1978р.).

У 80-х роках В.С. Королук започаткував ще один новий напрямок — асимптотичний аналіз випадкових еволюцій. Результати досліджень з цього напрямку розвинено і підсумовано в монографіях „Стохастичні моделі систем” (1989р.) та „Полумарковские случайные эволюции” (1992р.) (у співавторстві з А.В. Свищуком).

Починаючи з 90-х років В.С. Королук продовжує розвинення нових асимптотичних методів дослідження еволюційних систем з

випадковими збуреннями. Багаторічна творча співпраця В.С.Королюка з професором Технологічного університету м.Комп'єн (Франція) N.Limnios'ом у дослідженні систем фазового укрупнення сприяла появі у 2005 р. (до 80-річчя ювіляра) монографії: V.S.Korolyuk, N.Limnios "Stochastic Systems in Merging Phase Space" World Scientific Publishers.

Математична спадщина В.С.Королюка охоплює 22 монографії і біля 20 підручників, більшість з яких перевидано іноземними мовами; близько 300 наукових статей, біля 50 науково-популярних статей та редакційних публікацій до видань енциклопедії кібернетики (рос. та укр. мовами), монографій, довідників та наукових збірників.

Плідну наукову роботу вченим поєднує з педагогічною діяльністю та науково-організаційною діяльністю. З 1954 р. він читає лекції з теорії програмування, теорії ймовірностей та математичної статистики в Київському університеті на механіко-математичному факультеті. За його редакцією в 1978 р. вийшов у світ „Справочник по теории вероятностей и математической статистике”, який неодноразово перевидавався різними мовами. У складі відомих спеціалістів він удостоєний Державної премії УРСР (1978 р.) за створення „Энциклопедии кибернетики”. Крім того, В.С.Королюк удостоєний премії ім В.М.Глушкова (1988 р.) та М.М.Боголюбова (1995 р.). У 1998 р. йому присвоєно почесне звання „Заслужений діяч науки і техніки України”. В 2002 р. В.С.Королюк удостоєний премії НАН України та медалі ім. М.В.Остроградського, а в 2003 р.- Державної премії України в галузі науки та техніки. Під його керівництвом 42 учні захистили кандидатські дисертації, 14 – докторські.

У свої 90 років учений продовжує активну наукову, педагогічну й організаційну роботу, постійно живе у творчих пошуках і планах. Творчу діяльність поєднує з читанням лекцій і доповідей на різних міжнародних конференціях і в наукових центрах Італії, Іспанії, Голандії, Німеччини, Франції, Швейцарії та Швеції, бере активну участь у організації та проведенні міжнародних наукових конференцій, зокрема "Проблеми прийняття рішень в умовах невизначенності" (PDMU)

В останні роки перед ювілеєм В.С. Королюк здійснив свою давню мрію: застосував методи розв'язання задачі сингулярного збурення до проблем великих відхилень для випадкових еволюцій.

Учасники міжнародної конференції "Проблеми прийняття рішень в умовах невизначенності" щиро вітають Володимира Семеновича з ювілеєм і зичуть йому міцного здоров'я, щастя, творчого натхнення та нових плідних успіхів на благо України.

CONTENT¹

ЗМІСТ

Chachanidze G., Nanobashvili K., Zirakashvili T. Formalized model for defining the models of specialists at the labour dynamic market	14
Chachanidze N. Formalized logic for adopting decision on the release on parole	15
Chachanidze T. Electronic system of securities exchange trade decision making	16
Chechelnitski A., Kucherenko O. Asymptotic behavior of the network with dependent renewal input flows	16
Dashkovskiy S. Stability and robustness in dynamic networks.....	18
Dashkovskiy S., Postan M. Optimal preemptive resume priorities for repair of unreliable machines in two-phase production system.....	19
Didmanidze I., Kakhiani G., Megrelishvili Z. About investment management through the artificial neural networks	21
Didmanidze I., Khujadze N. Interactive multimedia course of lectures.....	22
Didmanidze I., Sharashidze G. Graph's local algorithms	23
Didmanidze I., Tsitskishvili G. Mathematical model of loading-unloading operations on the vessel	24
Geladze D., Didmanidze D., Didmanidze N. Multimedia training materials role in the educational process	25
Iemets O.O., Barbolina T.M. Combinatorial optimization problems on arrangements under probabilistic uncertainty.....	26
Iksanov A. Functional limit theorems for perturbed random walks and divergent perpetuities	27
Kinash A.V., Chabanyuk Ya.M., Khimka U.T. Limited generator of asymptotic dissipative process in the asymptotic small diffusion scheme	28

¹ The abstracts are publishing in authors edition
Тези друкуються в авторській редакції

Livinska H. ON Multi-channel networks with service times of phase type	29
Nakonechny A.G., Buy D.B, Donchenko V.S., Zinko P.M. DSS: state of art and points of growth	30
Nanobashvili K. , Chachanidze G. , Zirakashvili T. Defining the quantitative parameters in the formalized model of specialists' demand at the labour dynamic market	31
Norkin B. On optimal control of risk processes	32
Plotnikov A.V., Komleva T.A., Plotnikova L.I. Fuzzy differential inclusion. r-solution.	33
Rozora I.V., Lukovich O.V. Some properties of sub-Gaussian random processes	34
Shatashvili A., Bakuridze M., Didmanidze M. On conjugate trigonometric series	36
Sirenko A., Khusainov D. Stability investigation of a nonlinear model describing the dynamics of neural networks	37
Slabospitsky A. S. Recurrent time-varying parameter identification with least deviation norm from 'attraction' points for linear dynamic systems under uncertainties	38
Stefanyshyn D. V. An approach to predicting according to the data of instrumental observations	39
Usar I., Protopop J. Convergenese rate of stationary distribution of retrial queueing systems	40
Акуленко Л.Д., Лещенко Д.Д., Щетинина Ю.С. Квазиоптимальное торможение вращений динамически симметричного тела с внутренней степенью свободы в среде с сопротивлением	41
Бабич С.В., Турбал Ю.В. Алгоритми оптимізації матриць розкладу за базовими критеріями в межах конфігураційного підходу	42
Базилевич І. Б., Охрін О.М, Рогожинська Н.В. Твірні функції для А-зупинених гіллястих процесів	43

Бартіш М.Я., Ковальчук О.В., Николайчук Л.В. Трикроковий метод на основі методу спуску.....	44
Бахрушин В.Є., Пишнограєв І.О. Метод лінійної згортки критеріїв та його застосування	45
Бахрушин В.Є., Дудко І.О. Критичні значення критерію типу Колмогорова-Смирнова для деяких типів розподілів	46
Бахтадзе Ш. Об одном обобщении проекционных групп гомологии Чогошвили.....	47
Бахтадзе Ш., Бахтадзе П. ОБ Обучении применения математики в экономике (бизнесе)	48
Бейко І.В. До побудови оптимізованих алгоритмів адаптивної оптимізації.....	49
Бейко І.В., Зінько П.М. Методи прогнозування фазових траєкторій керованих систем із різномісними підсистемами.....	51
Болдирєва В.О. Моделювання та прийняття рішень при аналізі діяльності страхових компаній, що працюють на (B,S)-ринку	54
Бондарчук Ю.В. Представлення рішень за технологією MVC	55
Братійчук М.С., Лукович О.В. Оптимізаційні задачі для процесу ризику на інтервалі	56
Быць А.В. Разработка дискретных пространственных моделей вселения нового вида в пространственно однородную среду.....	57
Венгерський П.С., Коковська Я.В. Інтервальні ітераційні методи для знаходження розв'язків систем нелінійних проекційних рівнянь з домінуючою діагоналлю	59
Вергунова І.М. Вкладені сітки для моделі масопереносу в області із складною поверхнею	60
Власюк А.П., Жуковський В.В. Математичне моделювання міграції радіонуклідів у каталітичному середовищі з пастками	61
Власюк А.П. , Жуковська Н.А. Чисельне моделювання впливу тепло-масоперенесення та сил зв'язності на деформаційні процеси ґрунтового масиву в тривимірному випадку	63

Волощук С.Д., Ігнатова Ю.В. Математичне моделювання ціни опціону.....	65
Галкін О.А. Застосування просторових квантилів в класифікаторах максимальної глибини	67
Герус В. А., Мартинюк П. М. Одновимірна математична модель консолідації та контактної суфозії ґрунтів в умовах впливу техногенних факторів.....	68
Горбачук В.М. Динаміка добробуту при імпортному тарифі.....	69
Горун П. П., Чабанюк Я. М. Асимптотична поведінка стрибкової процедури стохастичної оптимізації в схемі дифузійної апроксимації.....	70
Гошко Л. В., Семенюк С.А., Чабанюк Я. М. Властивості генератора дискретного прихованого Марковського процесу.....	72
Грищенко О.Ю. Загородня Г.О. Федорова В.С. Побудова швидкодіючих алгоритмів чисельного моделювання просторових процесів кінетики адсорбції	73
Дидманидзе И., Беридзе З., Накашидзе Г., Цицкишвили Г. Реализации автоматизированной системы безопасности беспроводных сетей.....	74
Дидманидзе И., Дидманидзе Д. Компьютерные тренажеры	75
Дидманидзе И., Москобили И. Методы моделирования прогнозирования.....	76
Дидманидзе И., Тхилаишвили Р., Шарашидзе Г., Фомина Т. Проблемы распознавания образов	77
Дияк І., Савула Я. Надійні скінченно елементні реалізації задач математичної фізики	78
Довгий С.А., Лебедь А.Г., Черний Д.И. Об управлении аэродинамическими характеристиками в ветроэнергетических системах.....	79
Доленко Г.О., Лобач С.М., Гмиря А. Математичне моделювання задач туристичного бізнесу	80

Донадзе М., Имнаишвили Г., Сирабидзе Н., Шарашидзе Г. Построение системы поддержки безопасности корпоративных сетей на инфраструктуре GSM.....	81
Донченко В.С., Зінько Т.П. Задача групування інформації: матричні еліпсоїдальні відстані відповідності	84
Донченко В.С., Тарасова О.В., Назарага І.М. Метод наименьших квадратов: матриці	86
Слейко Я.І., Коцюба І.Б. Математично-статистичне моделювання стоп-лосс та стоп-бай рівнів	88
Загородній Ю.В., Загородня О.Ф. Системний аналіз асоціативного поля та формування мовної картини світу.....	89
Зоидзе Н., Зоидзе К. Применение интернет ресурсов в изучении иностранного языка.....	90
Капустян В.О., Пишнограєв І.О. Мінімаксне оцінювання лінійних функціоналів, визначених на розв'язках параболо-гіперболічних крайових задач	91
Капустян О.А., Мазур О.К. Про розв'язність задачі оптимального керування для одного класу параболічних рівнянь з нелокальними крайовими умовами.....	92
Капустян О.В., Русіна А.В. Наближена оптимальна стабілізація розв'язків параболічної задачі розподіленим обмеженим керуванням	93
Карпичева М.Л. Усереднення лінійних за керуванням дискретних систем зі змінним запізненням у задачах оптимального керування.....	94
Кічмаренко О.Д., Сапожнікова К.Ю. Необхідні умови оптимальності в задачах керування системами з максимумом за станом	95
Коваль В.В., Лисенко В.П., Дорогобед В.В., Климаш М.М. Статистична обробка результатів вимірювань ведених пристроїв синхронізації інфокомунікаційних мереж	96
Ковальчук О.В. Трикрокові методи на основі методу лінійної інтерполяції для розв'язування систем нелінійних рівнянь	97

Кокобинадзе Т. О Критериях оптимальности финансового портфеля	98
Колісніченко А.Ю. Порівняльний аналіз Gross enrolment ratio для вищої освіти України та інших держав	100
Коцур М.П. Приклад розв'язування задачі оптимального керування нестационарним процесом каскадного термоелектричного охолодження	101
Кудін Г.І. Фільтрація підмножин точок в скінченномірному просторі	104
Кукурба В.Р., Чабанюк Я.М. Генератор флуктуації оптимізаційної процедури з напівмарковськими переключеннями.....	105
Кукурба В.Р., Чабанюк Я.М., Гошко Л.Б. Флуктуації оптимізаційної процедури з напівмарковськими переключеннями	106
Лебедєв О.А. Про деякі узагальнення властивості розкладу власного вектора для розкладних матриць	107
Леонтьев В.О. Выбор в условиях неопределенности и принцип удовольствия Фрейда	108
Лопатін О.К., Літошко А.М. Нелінійна модель попиту та пропозиції з логістичною пропозицією.....	109
Марцафей А.С. Побудова алгоритмів ефективних при моделюванні на багатопроцесорних комплексах	112
Матвієнко В.Т., Іванов Є.О. Синтез багатовимірних модальних регуляторів	113
Махорт А.П. Про чинники впливу на реалізації станів рівноваги економічної системи з залежною від цін структурою споживання товарів	114
Мащенко С.О., Моренець В.І. Кооперативна гра з нечіткою множиною дозволених коаліцій.....	115
Меньшиков Ю.Л. Властивості локальних лінійних стійких адекватних алгебраїчних математичних моделей	116
Мілевська Д. В. Узагальнена задача прийняття рішень в умовах невизначеності з нечіткою множиною станів природи	117

Наконечный О.Г., Демиденко С.В. Гарантовані оцінки періодичних середніх значень випадкових нестационарних процесів	118
Нікітін А.В. Ітераційні методи розв'язання операторного рівняння Ляпунова-Сільвестра у гільбертовому просторі	119
Пастушенко В.Й., Стеценко А.М. Керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур на базі інтелектуальних алгоритмів	120
Пашко А.О. Оптимізація параметрів статистичних моделей випадкових полів	121
Пашко А.О., Шушарін Ю.В. Методи статистичного моделювання для розв'язування стохастичних рівнянь із випадковими коефіцієнтами	122
Плотников А.А. Лінійні диференціальні включення із змінною розмірністю.	123
Постан М.Я. Модель оптимального управління багатономенклатурними запасами при случайном спросе на продукцию.....	124
Прищепя О.В. Про основні підходи до керування системами з обмеженнями на число спроб почати обслуговування	126
Раишвили А. Управление слабоструктурированными объектами	128
Рачинская А.Л. Исследование годографа вектора кинетического момента	129
Розумняк Д.Л., Щестюк Н.Ю. Дельта-Хеджування в моделях з «активним» «ринковим» часом.	130
Романенко В.Д., Мілявський Ю.Л. Принципи автоматизації когнітивного управління складними системами	132
Романова Т.О., Таїрова М.С. Практична стабілізація дискретних систем	133
Романчук К.Г., Стефанишин Д.В. До оцінки ризику гідродинамічних аварій на каскаді гідровузлів	134

Самадашвили Г. Исследование винодельного потенциала кахетинского региона Грузии.....	135
Семенов В.В. Збіжність алгоритмів розв'язання варіаційних нерівностей та задач рівноважного програмування	136
Семенов В.В., Степовий А.В. Задачі цілочислової оптимізації з інтервально заданими вхідними даними	137
Семенова Н.В., Ломага М.М. Відображення Лагранжа в квадратичній лексикографії	138
Семенова Н.В., Машенко О. С. Багатокритеріальна задача про призначення з нечіткою множиною виконавців.....	139
Семенюк С.А., Будзь І.С. Зведено-оборотність генератора прихованого Марковського процесу	140
Скрипник Н.В. Усреднение импульсных дифференциальных включений с нечеткой правой частью	141
Стеля О. Б., Потапенко Л. І., Сіренко І. П. Аналіз впливу зовнішніх факторів на траєкторію снаряда стабілізованого обертанням	142
Страхов Є. М., Ставицька Н. М. Структурно-параметрична оптимізація в лінійних системах із фіксованою структурою	143
Тимашов О.О. Технологічні комп'ютерні системи для управління складними об'єктами в умовах часових обмежень	144
Тимашова Л.А., Таран Л.Ю, Пустовойт Р.Ю. Многоагентная модель планирования в производственных системах	145
Тимофієва Н.К Зведення нерозв'язних задач комбінаторної оптимізації до розв'язних шляхом розпаралелювання обчислень	146
Турбал Ю., Бомба А., Радовенюк О., Турбал М. Метод дослідження профілю солітоноподібної хвилі в межах наближення мілкої води при довільній поверхні дна	147
Харченко І.І., Квицинський Є.Ю. Урахування елементів невизначеності при розв'язуванні задачі дискретної оптимізації.....	148

Хімка У.Т., Чабанюк Я.М., Кінаш О.М. Дифузійний процес з малою дифузією в схемі усереднення	149
Черний Д.И. Вычислительные технологии компьютерного моделирования для систем прогнозирования.	150
Черній П.Д. Щодо розробки математичних моделей в соціології	151
Шарапов М.М., Кучеренко О.В. Розробка динамічних тестових модулів для СДН Омега з навчального курсу «Імовірносні основи методу імітаційного моделювання».....	152
Шахно С.М., Баб'як А.-В.І., Ярмола Г.П. Про комбінований метод Ньютона-Потра для розв'язування нелінійних рівнянь.....	153
Щербатий М.В., Щербата І.В. Метамоделювання в задачах аналізу та ідентифікації параметрів для систем параболічного типу	154

FORMALIZED MODEL FOR DEFINING THE MODELS OF SPECIALISTS AT THE LABOUR DYNAMIC MARKET

G. Chachanidze¹, K. Nanobashvili², T. Zirakashvili³

¹Georgian Technical University, ²David Agmashenebeli University of Georgia, ³Georgian Technical University
guramchachanidze@yahoo.com

For building the formalized model, we have defined the following marks for quantitative indicator of specialists' demand-supply at the Georgian labour market:

$N_{motx.pr.t(i)}^j$; $i = \overline{1,12}$; $j = \overline{1,q}$ - j the demand of the specialists with the professional education according to the specialty for t(i) period at the labour market;

$N_{motx.bak.t(i)}^j$; $i = \overline{1,12}$; $j = \overline{1,q}$ - j the demand of the specialists with the Bachelor's degree according to the specialty for t(i) period at the labour market;

$N_{motx.mag.t(i)}^j$; $i = \overline{1,12}$; $j = \overline{1,q}$ - j the demand of the specialists with the Master's degree according to the specialty for t(i) period at the labour market.

Therefore: $M_{miw.pr.t(i)}^j$; $M_{miw.bak.t(i)}^j$; $M_{miw.mag.t(i)}^j$ is the supply of specialists at the labour market. Then U_k will be for the quantitative indicator of the specialists prepared by the high educational institutions:

$$M_{miw.pr.t(i)}^j = \sum m_{miw.pr.t(i)}^{U_k(j)}; M_{miw.bak.t(i)}^j = \sum m_{miw.bak.t(i)}^{U_k(j)};$$

$$M_{miw.mag.t(i)}^j = \sum m_{miw.mag.t(i)}^{U_k(j)}; k = \overline{1,e}.$$

But for $t(i)=12$ year interval the mathematical model of speciaists' demand-supply balance:

$$\begin{cases} \sum_i \sum_j N_{motx.pr.t(i)}^j = \sum_k \sum_i \sum_j m_{miw.pr.t(i)}^{U_k(j)}; k = \overline{1,e}; i = \overline{1,12}; j = \overline{1,q}; \\ \sum_i \sum_j N_{motx.bak.t(i)}^j = \sum_k \sum_i \sum_j m_{miw.bak.r.t(i)}^{U_k(j)}; k = \overline{1,e}; i = \overline{1,12}; j = \overline{1,q}; \\ \sum_i \sum_j N_{motx.mag.t(i)}^j = \sum_k \sum_i \sum_j m_{miw.mag.t(i)}^{U_k(j)}; k = \overline{1,e}; i = \overline{1,12}; j = \overline{1,q}; \end{cases}$$

The solution of this system, according to the quantitative parameter, defines the total supply of specialists bases on the demands of the country's labour market.

FORMALIZED LOGIC FOR ADOPTING DECISION ON THE RELEASE ON PAROLE

Nana Chachanidze
Georgia Technical University

Those who serve the sentence may be released on parole or partially released if the judicial authority deems appropriate that serving the full sentence is not required any more for the person's correction. According to the existing legislation, we could compile the formalized logic for taking a decision on the parole release.

Following variables could be introduced:

$A_i, i = \overline{1, n}$, category of offences;

$K_j, j = \overline{1, m}$, criteria for assessing the convict;

$B_q, q = \overline{1, e}$, types of parole release and the mitigating punishment;

T (year) magnitude of the sentence;

$Q_{1,2,3}$ – total number. Three –prong evaluation grade system.

It is extremely difficult for each member of the Parole Release Council to take correct decision in such a maze. If the elementary mathematical logic could be applied for taking the decision, the process could be significantly simplified. For achieving the above-said, it is necessary to consider to process in a formalized way.

Generally, in case of 6 member council, the formalized assumption could be the following:

1. $(A_1) \wedge (1/2T) \wedge (K_1 \times Q_1) < 6 \Rightarrow B_1$;
2. $(A_1) \wedge (1/2T) \wedge (K_2 \times Q_1) > 6 \Rightarrow B_3$;
3. $(A_1) \wedge (1/2T) \wedge (K_3 \times Q_2) > 6 \Rightarrow B_1$;
4. $(A_1) \wedge (1/2T) \wedge (K_1 \times Q_3) < 6 \Rightarrow B_2$;
5. $(A_1) \wedge (1/2T) \wedge (K_3 \times Q_2) < 6 \Rightarrow B_1$;
6. $(A_1) \wedge (1/2T) \wedge (K_1 \times Q_1) > 6 \Rightarrow B_4$.

where: “ $\wedge$ ” and “ $\Rightarrow$ ” are the conjunction and implication mark, respectively.

The report will shed light on the succession of the process for compiling the formalized logic, drawing conclusion, and granting the decision.

ELECTRONIC SYSTEM OF SECURITIES EXCHANGE TRADE DECISION MAKING

Tamar Chachanidze
Georgian Technical University

Stock exchange is a core player of securities market; therefore, the key function of the stock exchange is to ensure good conditions for effective trade of securities. This implies market development as well as securities market service which is offered by brokers. The brokers execute their function in the following way:

- The customer signs an agreements with brokerage firm;
- The broker manipulates as the contract amount of money allows.

As it is shown above, managing securities market and making effective decision is a complicated process. To facilitate this process, the given paper tries to present concept of electronic system helping decision making. By this automatic control of the process using computer technologies is implied with the decision maker and computer involved.

In order to implement interactive process, it is necessary to create securities information system. The system should ensure gathering, managing and providing information for professional participants, issuers, and investors.

It is essential for the investor to have different types of information for decision making process, such as:

- ❖ Information about current economic and political situation.
- ❖ Information about various companies' current position.
- ❖ Information about different financial instruments.
- ❖ Information about prices.
- ❖ Information about private investment strategies.

The paper discusses above listed characteristics in detail.

ASYMPTOTIC BEHAVIOR OF THE NETWORK WITH DEPENDENT RENEWAL INPUT FLOWS

Chechelnitski A., Kucherenko O.
Taras Shevchenko National University of Kyiv
che@unicyb.kiev.ua

We will consider the multichannel network of the type $[GI / M / \infty]^r$ with a multivariate renewal input flow customers $(v_1(t), \dots, v_r(t))$ where $v_i(t) = y_i(t) + z(t)$, $i=1, r$ and $y_i(t)$, $i=1, r$; $z(t)$ are independent renewal flows. We will suppose, that the parameters of the

model depend from n (number of series) and next conditions are true :

a) $\left[M\tau_k^i \right]^{-1} = \lambda_i \neq 0, \beta_i = D\tau_k^i < \infty, \tau_k^i$ is an interval of the k -th revival,
 $i=1, r+1$;

b) $\mu_i^{(n)} = \mu_i / n + o(1/n), i=1, r, \mu_i$ is a rate of the time of service in our systems. For sequence of processes

$$\xi_n(t) = (\xi_n^1(t), \dots, \xi_n^r(t)), \quad n \geq 1, \quad t \in [0, T],$$

$$\xi_n^i = n^{-1/2} (X_i^{(n)}(nt) - \alpha_i n), \quad i=1, r$$

($X_i^{(n)}$ is a number of customers in i -th system), where $\alpha(I - P) = \lambda$, the following theorem is true.

Theorem. The sequence of stochastic processes $\xi_n(t)$ converges in uniform metric to diffusion process with infinitesimal mean $a(x)$ and diffusion matrix B , where

$$a(x) = (-\mu_1 x, \dots, -\mu_r x), \quad B = -(D(\alpha)Q + Q^t D(\alpha)) + A,$$

$$A = \begin{pmatrix} \lambda_1 + \lambda_{r+1} + \beta_1 \lambda_1^3 + b & b & \dots & b \\ b & \lambda_2 + \lambda_{r+1} + \beta_2 \lambda_2^3 + b & b & b \\ \vdots & b & \ddots & b \\ b & \dots & b & \lambda_r + \lambda_{r+1} + \beta_1 \lambda_1^3 + b \end{pmatrix}$$

$$b = \beta_{r+1} \lambda_{r+1}^3$$

References

1. Griffiths R.S. and Milne R.K. (1978) A class of bivariate Poisson process. I. Multival. Anal. 8, 380-396.

STABILITY AND ROBUSTNESS IN DYNAMIC NETWORKS¹

Dashkovskiy S.

Erfurt University of Applied Sciences, Germany

Sergey.dashkovskiy@fh-erfurt.de

In many modern applications we have to deal with dynamical systems given on networks or that can be considered as interconnections of many smaller subsystems. Typical situations appear in queueing systems, logistics, biology or power systems. Stability properties are of vital importance for their performance and proper operation. In many situations the behavior of such systems is rather complex and their analysis is very hard due to nonlinearities, large scale of the network and involved interconnection topology. A recently introduced notion of Input-to-State Stability (ISS) turns out to be a very fruitful framework to study stability and robustness of nonlinear systems and their interconnections.

In this work we will give an introduction to the ISS framework and explain its application to the networks of dynamical systems. Main results will be discussed and specific application examples will be considered.

References

1. Dashkovskiy S. N., Rüffer B.S., Wirth F.R. Small gain theorems for large scale systems and construction of ISS Lyapunov functions. *SIAM J. Control Optim.*, 48(2010)6, pp. 4089–4118
2. Дашковский С.Н., Ефимов Д.В., Зонгаг Э.Д., «Устойчивость от входа к состоянию и смежные свойства систем», Автоматика и телемеханика, № 8, 2011, стр. 1-38.

¹

This work is supported by the German Federal Ministry of Education and Science (BMBF) via the Project “Das intelligente Ladungswerk” (I-LAN)



OPTIMAL PREEMPTIVE RESUME PRIORITIES FOR REPAIR OF UNRELIABLE MACHINES IN TWO-PHASE PRODUCTION SYSTEM

¹Dashkovskiy S., ²Postan M.

¹ Erfurt University of Applied Sciences, Erfurt, Germany

² Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

sergey.dashkovskiy@fh-erfurt.de, postan@ukr.net

Modern production networks become very complex in the sense of large number of nodes, routs of processed parts and stochastic disturbances. One of such disturbances that happens naturally is machines failure. Failed machines require for repair. In the case of several unreliable machines the problem of optimal allocation of repair capacities arises. In our paper, we consider the production system of such type interpreted as a two-phase queueing system. The system under examination consist of two multichannel phases with unreliable renewable servers (units). At the first phase flow of incomplete parts arrives. A unit may fail only if it is busy and will be repaired if a repair capacity is available, otherwise, it waits fot it. A natural question is how to choose the repair priorities for both phases to optimize the production process. The aim of our paper is to find the optimal preemptive resume priorities for the machines repair maximizing certain production indices. It is interesting to note that the failed machines in this queueing system form another queueing system side by side with the queues of parts.

We make the following assumptions. The incomplete parts arrive according to the Poisson process at the first phase with a given rate λ and are immediately processed at one of the n_1 identical machines in parallel, if there is at least one available, or will wait in a buffer (waiting room) otherwise. The queue in the buffer is processed by the FIFO (first in, first out) rule. After the second phase they exit the production system. We assume that machines are unreliable. They may fail at random moments of time and require some random repair time. There are several identical devices that can be used to repair machines. All machines at both phases are assumed to be identical in the sense of performance measure and distributions of the corresponding random variables.

Let the processing time of a machine of the phase i be exponentially distributed with parameter μ_i , $i=1,2$ and do not depend on the processing times of any other machine. Further we assume that the capacity of the system is bounded by $R > \max(n_1, n_2)$, i.e. there can be not more then R parts at all machines and buffers together at any instant.

Any machine may fail at any moment of time. By $a_i \Delta t + o(\Delta t)$ we denote the probability that a machine of the i th phase fails at the time interval $(t, t + \Delta t)$. Any machine can fail only if it is busy with processing. In this case the part in the failed machine may be processed further at any of the available machines if any, or it waits for a repaired machine. The time required to repair any machine of the i th phase is assumed to be exponentially distributed with parameter b_i and is assumed to be independent of repair times of other machines. The mean repair time is then $1/b_i$ for the phase i .

Assume that our repair capacities are unlimited, so that at most $c \leq n_1 + n_2$ machines can be repaired simultaneously, i.e. there are c repair teams. Further assume that failed machines of one of two phases have a higher preemptive resume priority over another one. This means that in the case when one of the machines with a higher priority fails and repair teams are busy, then if there is any machine with a lower priority being repaired, its repair team will switch immediately to the just broken higher priority machine. The repair of the lower priority machines will be continued when a repair team becomes available. Under this assumption the lower priority machines can be repaired only if not more the $c-1$ higher priority machines are under repair. We assume that machines of the same priority class will be repaired under the FIFO discipline.

The problem is to find out an optimal priority rule (or permutation (j_1, j_2) , $j_1, j_2 = 1, 2, j_1 \neq j_2$) for being repaired so that a given functional takes its minimum value. Let $N_i(t)$, $i=1, 2$ be the number of parts at the moment t being processed at the i th phase and waiting in the i th queue and $v_i(t)$, $i=1, 2$ be the number of the failed machines at the i th time instant t . The probability of the state $N_1(t)=k_1, N_2(t)=k_2, v_1(t)=l_1, v_2(t)=l_2$ is denoted by $p(k_1, k_2; l_1, l_2; t)$. For determination of stationary state-probabilities $p(k_1, k_2; l_1, l_2)$ two systems of algebraic equations is derived for permutations (1, 2) and (2, 1). The objective functional is defined by the following way

$$S(j_1, j_2) = \sum_{(k_1, k_2; l_1, l_2)} s(k_1, k_2; l_1, l_2) p(k_1, k_2; l_1, l_2), \quad j_1, j_2 = 1, 2; j_1 \neq j_2,$$

where $s(k_1, k_2; l_1, l_2)$ is the “penalty” of being in the state $(k_1, k_2; l_1, l_2)$.

**ABOUT INVESTMENT MANAGEMENT
THROUGH THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS
Didmanidze Ibraim , Kakhiani Grigol , Megrelishvili Zurab
Batumi Shota Rustaveli State University, Georgia
ibraimd@mail.ru**

The Artificial Neural Networks have got the features similar to human brain: learning through the experience, which is based on the previously gained knowledge (data), the skills of making abstract conclusions, the skills of learning from the mistakes of others and your own ones (that is more peculiar to a human thinking, than to the computer systems created by humans).

The effective market theory approves that the Securities Market Price absolutely correctly (almost immediately) reflects the full set of data and the expectations of all market participants. According to this theory it is impossible for the stock market to win constantly, because of the random new data transfer and the almost immediate market reaction on it.

The stock (foreign exchange) market-based Artificial Neural Network usually makes work multiple data (financial instrument quotes or the indicators, describing the features of an appropriate instrument) streams in the parallel mode and, as a result of their analysis, gets the estimation of the selected instrument quotes future values, what, in its turn, is resulted in making a market trading decision, considering the market action strategy. This principle represents the basis of the majority of investment management software in stock market financial instruments.

The task of the investment management software development in stock market financial instruments, in its turn, includes the necessity of the solution of the following complex mathematical problems:

- a) the selection of financial instruments and creating the investment portfolio;
- b) the dynamic series forecasting by the financial instrument quotes;
- c) the formalization of the position opening / closing rules for the all constituent securities of the financial portfolio;
- d) capital management rules;
- e) creating the multi criteria system of stock market investment management decisions evaluation;

In order to interpret the received contextual forecasts we have developed the market position entry and exit rules of the relevant financial instruments.

INTERACTIVE MULTIMEDIA COURSE OF LECTURES

Didmanidze Ibraim¹, Khujadze Nino²

¹Batumi Shota Rustaveli State University, Georgia

²Telavi Iakob Gogebashvili State University

ibraimd@mail.ru

The electronic course book is aimed at provision of independent acquisition of theoretical material and is arranged on the basis of the hyper-text, which gives possibility of the individual study trajectory. The electronic course book provides the possibility to take into account the protocol of the student's activity giving possibility to the teacher to analyze them.

The computer models, constructors and simulators give possibility to master knowledge or to work out the skill of their practical application in modeled reality conditions. It gives possibility to use them as laboratory plants imitation and also to work out the skill of modeled processes management.

Computer casebook gives the possibility of development of the skill of the typical cases development, giving possibility to clearly connect theoretical knowledge with the proper problems at resolving o which it may aimed.

The electronic laboratory case study gives possibility of the processes imitation, which take place in the real objects of the research or may provide the modeling of the experiment if its implementation is impossible in the real conditions. At the same time, the simulator provides imitation of not only the real plant, but also imitation of the research object as wel as the imitaion of the experiment implementation coditions.

The computer test system from the one hand provides the students with the self control possibility and makes the current of final control easier from the other hand.

Computers of information library are linked in the local network, the server of which is located directly in the media library. The media library server is linked with the library server, which is linked with the common network of the higher institution. It has its own site and accordingly high frequency internet access. The recourses formed here on the compact optic discs, audio and video cassettes are accessible for all users of the media library.

The staff of the media library gives the user possibility to search necessary information resource independently, provide different types of information service, consult on the operation of the resources existed in the media library (including local generation ones). Media library contains

traditional reference and periodical editions, machine readable material in assortment, databases, different audio, video and multimedia data, access for which is possible directly at the media library as well as in the Internet by the computers installed in the hall.

GRAPH'S LOCAL ALGORITHMS
Didmanidze Ibraim, Sharashidze Guram
Batumi Shota Rustaveli State University, Georgia
ibraimd@mail.ru

Under each vertex V in graph the set composed of these vertexes V and all vertexes adjacent to it are meant. This means that in local algorithms all vertexes of graph can use the information received only from their adjacent vertexes.

So, under algorithm locality, the autonomy (independent functioning) of processes connected to graph vertexes is meant, but the data for calculations is taken from the proximity existing around each vertex (in majority of cases this takes place at the initial stage of calculations, later the information may be specified).

As a result of local algorithms application the efficiency of solution of this or that problem is the important characteristics which is interesting not only for the science of programming but also for other sciences. At the same time, the more the possibilities of computer hardware rise and its time and memory parameters improve, the better the perspectives of application of such algorithms are. This is based on the following:

Local algorithms have very good quality that time parallel realization is easily applied to them. Simultaneous or parallel local algorithms are more or less intensively used in different models of parallel calculations. It is natural that interest of designers of modern programming complexes towards them is rising. The spectrum of problems connected to application of local algorithms is wide. They are paid special attention in the century of intense development of information networks. But one must notice that the basis of local algorithms was laid in the 60s of the past century. At that time the works of Yu. Zhuravlev played special role for their systematic studies and development, later his pupils continued research of the field very successfully. As a result of this work a lot of different modifications of local algorithms were worked out.

Parallel calculations cannot be applied to all algorithms. But local algorithms are the very ones to which parallel calculations can be applied.

Parallel calculation is such kind of calculation when processing of information is carried out in different places of the system and processing of one type of information does not impede processing of another type of information in other part of system i.e. for the purpose of parallel realization of any task it is necessary to work out its local algorithm at first.

As during parallel calculations the information is processed simultaneously in different parts of system, it becomes necessary to exchange information. The main problem of parallel calculations is exchange of information between the given component and its local environment.

MATHEMATICAL MODEL OF LOADING-UNLOADING OPERATIONS ON THE VESSEL

¹Didmanidze Ibraim, ²Tsitskishvili Givi

¹Batumi Shota Rustaveli State University, Georgia

²Telavi Iakob Gogebashvili State University

ibraimd@mail.ru

A person in his everyday activities always takes the decision according to the situation. Sometimes this decision is acceptable, sometimes – unacceptable, thus it's false. It's noticeable to mention that the scheme of decision making process doesn't depend on the area at all, where the decision is taken. In other words, the laws of decision making are similar for any subject area, be it educational, technological process, mass service, transport shipping or any other. Decision making is nothing but the choice. Indeed, to take a decision it means to choose one specific option of activity from variety of options. Consequently, the alternative is one of the main concepts in the decision-making support system and it represents choosing alternative options.

During the shipping we choose one from several options for route selection, as it's impossible to run one and the same transport in different routes simultaneously. Besides, we choose one scheme from different loading-unloading operations, the most optimal option, as in this case it's impossible to realize several schemes simultaneously.

We don't take decision directly, but prepare the recommendations for the persons (a person) who take the decision or who need to take the decision. These recommendations are considered basic and essential condition for decision-making.

As we mentioned, the decision making is choosing. Let us make a note that we might not have variety of alternatives, from where we can

choose, at the beginning. It's obvious that we should create variety of options, from where we can choose. This is the first step to resolving the problem, called the "formation of an abundance of alternatives."

It goes without saying that variety of alternatives doesn't have any structure, thus abundance of each element was never structured randomly retrieved or no consideration has been proposed, and they are not a priority and in any order. Coming out of this it's impossible to mention which alternative is better and which is less desirable. In order to solve the task of selecting a set of alternatives successfully, it is necessary, to make structure of the given abundance of alternatives in any form.

Our goal is to choose the desired option from variety of alternatives (in our case different options of loading-unloading operations on the vessel) or to take decision which is the best (optimal). Classification in this case is the grounds, as taking the choice is based on choosing certain class, which can be assigned to an alternative. Stratification and rating gives us wide option to make reasonable selection, or to take a kind of decision which will be optimal for the certain moment and occasion. These methods can be used with equal strength at all stages of the processes taking place in the area of current decision making management. This refers to the object of our study of course – solution of selecting optimal option to optimize loading-unloading operation on the vessel.

MULTIMEDIA TRAINING MATERIALS ROLE IN THE EDUCATIONAL PROCESS

¹Geladze Darejan, ¹Didmanidze Didari, ²Didmanidze Nanuli

¹Batumi Shota Rustaveli State University, Georgia

²Batumi #25 Public School

Individual learning environment, the teacher plays a central role. It has a management process, he sees all student activities on your computer and test results, sometimes directly from the computer to the task and assessment.

V-ebresursebi information on the increase with the number of training materials. Modern trends of the most remarkable collections of enriching multimedia learning resources. Now almost all communities and all levels of video material there.

Resources include the so-called Web application can be mentioned to make a presentation on the Internet program or blog to create a familiar Web page: blogger.com. Polls also create poularulia Internet Services (eg .: Plloverywhere.com), with which you can quickly create and test or class

kitkhveris survey as computers and mobile. Another interesting screen recorder service jing (WWW. Techmith.com/jing.html). With the help of a video recording of information can be displayed on the screen using otanili skhit and further exchange. It is used as a teaching material for distribution, as well as to create and evaluate the performance of students. There are open and freely available educational resources on the Internet, but access to quality educational materials and charges. For example British resources Twig (www.twig-world.com) video, with additional training resources. Commercial training materials and programs offered is increasingly becoming the author's signature web portal rather than their acquisition gadmotserit or install on your computer. Thus, electronic products and educational programs offered remotely servisebshi in its place.

Most educational resources in foreign languages. Nine especially a lot of English materials. It should be noted that the level of knowledge of the English language and computer inrernetis home use is generally desirable. If the teacher wants high quality multimedia content to enrich their learning process, you must know the subject specific terminology of foreign languages. It should be noted that from the point of view of mathematics and sabunismetqvelo sgneb not great and often formulas or visual perception can never easy. Some of the popular volunteer resources targmnian.asetia Khan Academy or well-known scholars and experts in various fields Popular TED.COM form of popular lectures audience share last achievements or trivial ideas.

Teacher training technological advances, the introduction of a certain enthusiasm and self-service demand. Internet and technology opens the door for him to ensure that the learning process in a unique and memorable creative process. It is obvious that such a process to fully participate in student learning objectives can best cope.

COMBINATORIAL OPTIMIZATION PROBLEMS ON ARRANGEMENTS UNDER PROBABILISTIC UNCERTAINTY

Iemets O.O., Barbolina T.M.

Poltava University of Economics and Trade

Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University

yemetsli@ukr.net, tm-b@ukr.net

We discuss combinatorial optimization problems under probabilistic uncertainty where minimum of objective function is defined as value that precedes all other values according some order. In this work we use the order as in [1]. Let us consider linear unconditional optimization problem

on arrangement of the type

$$L(X) = \sum_{j=1}^k c_j X_j \rightarrow \min \quad (1)$$

$$X = (X_1, \dots, X_k) \in E_\eta^k(\Gamma), \quad (2)$$

where c_j ($j=1, \dots, k$) are real, X_j are discrete random variables, $E_\eta^k(\Gamma)$ — common set of arrangements from elements of multiset $\Gamma = \{G_1, \dots, G_\eta\}$. Let $M(A)$ be a mathematical expectation of discrete random variable A .

Theorem 1. Suppose $\Gamma^M = \{M(G_1), \dots, M(G_\eta)\}$, $\mu' = (\mu'_1, \dots, \mu'_k)$ is a solution of the problem

$$\sum_{j=1}^k c_j x_j \rightarrow \min, \quad x = (x_1, \dots, x_k) \in E_\eta^k(\Gamma^M).$$

Then there exists solution $X' = (X'_1, \dots, X'_k) \in E_\eta^k(\Gamma)$ of problem (1)-(2) that $M(X'_j) = \mu'_j$ for all $j=1, \dots, k$.

Similar results are obtained for order which is based on consecutive comparison of numeric characteristics of random variables.

References

1. Емец О.А. Об оптимизационных задачах с вероятностной неопределенностью / О. А. Емец, Т. Н. Барболина // Доповіді Національної академії наук України. – 2014. – № 11. – С. 40-45.

FUNCTIONAL LIMIT THEOREMS FOR PERTURBED RANDOM WALKS AND DIVERGENT PERPETUITIES

Iksanov Alexander

Taras Shevchenko National University of Kyiv

iksan@univ.kiev.ua

Let (x_k, y_k) be a sequence of i.i.d. two-dimensional random vectors with arbitrary dependence of the components. A random sequence (T_n) defined by $T_n = x_1 + \dots + x_{n-1} + y_n$, $n \in N$ is called a perturbed random walk. I intend to discuss functional limit theorems for $Y_n(\cdot) := \max_{0 \leq k \leq [k]} (x_1 + \dots + x_{n-1} + y_n)$ properly normalized, under various assumptions.

The other problem to be addressed is weak convergence in the Skorokhod space of divergent perpetuities

$$Z_n(\cdot) := v_1 + u_1 v_2 + \dots + u_1 u_2 \dots u_{[n]} v_{[n]+1},$$

where (u_k, v_k) is a sequence of i.i.d. two-dimensional random vectors with arbitrary dependence of the components.

References

1. Buraczewski D. Functional limit theorems for divergent perpetuities in the contractive case/D.Buraczewski, A.Iksanov// Electronic Communications in Probability.-2015.-V. 20, article 10.-P. 1 – 14.
2. Iksanov A. On the maximum of a perturbed random walk/A.Iksanov, A.Pilipenko// Statistics and Probability. Letters.-2014.-V. 92.-P. 168 – 172.

LIMITED GENERATOR OF ASYMPTOTIC DISSIPATIVE PROCESS IN THE ASYMPTOTIC SMALL DIFFUSION SCHEME

¹Kinash A.V., ²Chabanyuk Ya.M., ¹Khimka U.T.

¹National University "Lviv Polytechnic",

²Lviv State University of Life Safety

anastasiiaakinash@gmail.com

Consider asymptotic dissipative process with diffusion perturbation defined by stochastic differential equation[1]

$$du^\varepsilon(t) = C(u^\varepsilon(t), x(t/\varepsilon^3))dt + \varepsilon^{-1}C_0(u^\varepsilon(t), x(t/\varepsilon^3))dt + \varepsilon^{1/2}\sigma(u^\varepsilon(t), x(t/\varepsilon^3))dw(t).$$

Limited evolution has a representation

$$du(t) = C(u)dt + \varepsilon B(u)dw(t)/2,$$

where $C(u) = \int_x C(u, x)\pi(dx)$ and $B(u) = \int_x \sigma^2(u, x)\pi(dx)$.

Balance condition holds $\int_x C_0(u, x)\pi(dx) \equiv 0$.

Operator $\tilde{L}(x)$ is obtained from the ratio

$$\tilde{L}(x)V(u) = [C(u) - C(u, x)]V'(u) + \varepsilon \left[\varepsilon^{-1}B(u) - \sigma^2(u, x)/2 \right]V''(u).$$

Lema. Solution of singular perturbation problem for generator[2]

$$L^\varepsilon \phi(u, x) = \varepsilon^{-1}[Q\phi_2(u, x) + C_0\phi(u)] + [Q\phi_3(u, x) + A_1(x)\phi(u)]$$

on perturbed Lyapunov function

$$V^\varepsilon(u, x) = V(u) + \varepsilon^2 V_2(u, x) + \varepsilon^3 V_3(u, x), V(u) \in C^4(R^d)$$

has form $\mathbf{L}^\varepsilon \mathbf{V}^\varepsilon(u, x) = \mathbf{L}V(u) + \varepsilon \theta_1^\varepsilon(x)V(u)$, where limited generator $\mathbf{L}$ is determined from relation $\mathbf{L}V(u) = C(u)V'(u) + \varepsilon B(u)V''(u) / 2$ and negligible term $\theta_1^\varepsilon(x)$ is defined by the ratio

$$\theta_1^\varepsilon(x) = \mathbf{C}_0(x)\mathbf{R}_0\mathbf{C}_0(x) + \varepsilon \mathbf{C}_0(x)\mathbf{R}_0\tilde{\mathbf{L}}(x) + \varepsilon \mathbf{A}_1(x)\mathbf{R}_0\mathbf{C}_0(x) + \varepsilon^2 \mathbf{A}_1(x)\mathbf{R}_0\tilde{\mathbf{L}}(x),$$

$$\mathbf{A}_1(x)\phi(u, x) = C(u, x)\phi'(u, x) + \varepsilon \sigma^2(u, x)\phi''(u, x) / 2.$$

References

1. Кійковська О.І. Випадкова еволюція в схемі асимптотично малої дифузії з марковськими переключеннями / О.І. Кійковська, Я.М. Чабанюк // Кибернетика и системный анализ. – 2013. – Том 49, №2. – С.164-169.
2. V. Koroliuk and N. Limnios, *Stochastic Systems in Merging Phase Space*. World Scientific Publishing, 2005.

ON MULTI-CHANNEL NETWORKS WITH SERVICE TIMES OF PHASE TYPE

Hanna Livinska

Taras Shevchenko National University of Kyiv

livinskaav@gmail.com

We consider the models of stochastic networks in which an input flow for each node is a non-homogeneous Poisson flow with rate depending on time. At first we consider the networks of $[\overline{M}_t | M | \infty]^r$ -type with exponentially distributed service times in each node. For service process in such a network it has been found a limit in uniform topology.

Further the networks with service times distributed by the Erlang law was studied. Service time has the following interpretation. If a call arrives to service at the i -th node of the network then its service is split into $m^{(i)}$ service phases (stages) that the call passes consistently one by one. Starting with the phase 1 it occupies each stage during exponentially distributed time with the parameter μ_i . Times of occupying phases are independent random variables. We will designate such networks by a symbol $[\overline{M}_t | E_m | \infty]^r$.

To simplify the analysis of the $[\overline{M}_t | E_m | \infty]^r$ -network we introduce $m^{(i)}$ "new" nodes for modeling of the i -th node functioning. These nodes are multi-channel stochastic systems of Markov type with the service rate μ_i . It is shown that the $[\overline{M}_t | E_m | \infty]^r$ -network can be reduced to Markov

$[\overline{M}_t | M | \infty]^r$ - network by increasing the dimension of the phase set. In this case the approximative process in heavy traffic can be represented in terms of the Markov Gaussian process. The limit is, of course, a non-Markov Gaussian process. In the case components of the limit is a sum of some components of the many-dimensional Markov process.

References

1. Anisimov, V.V., Lebedev, E.A. Stochastic service networks. Markov models. - K.: Lybid, 1992. - 208 p.
2. Livinska H.V., Lebedev E.O., Conditions of Gaussian non-Markov approximation for multi-channel networks // Proceedings of the 29-th European Conference on Modelling and Simulation ECMS-2015. – Albena (Varna), Bulgaria, May 26-th – May 29-th. ISBN: 978-0-9932440-0-1 – 2015. – C. 642-649.

DSS: STATE OF ART AND POINTS OF GROWTH

Nakonechny A.G., Buy D.B., Donchenko V.S., Zinko P.M.

Taras Shevchenko National University of Kyiv

a.nakonechniy@gmail.com, dmitriybuy@mail.ru,

voldon@bigmir.net, petro.zinko@gmail.com

The report focuses on the review of logical and historical development of decision support systems (DSS: Decision Support Systems), as well as basic modern directions of development of this applied domain. The report displays the basic stages of development of DSS. It highlighted some of the important features of the methods that are relevant in connection with the further development of such systems. In particular, the special urgency of the further developing of mathematics for analysis of semi structured data and analysis under uncertainties, as well as on - the other hand - the further development of information technology on the base of relational and NoSQL databases, Internet-technology and client-server designs including those oriented on the mobile platform.

References

- 1 Power D.J. A Brief History of Decision Support Systems (електронний ресурс – <http://corportal.ru/History/DataTech/DSS/DSS.aspx>).
- 2 Наконечний О.Г., Марценюк В.П., Андрушак І.Є. Інформаційні технології прийняття рішень, оптимізації та керування в системних медичних дослідженнях. – Луцьк, 2014. – 324 с.
- 3 Donchenko V., Zinko T., Skotarenko F. 'Feature vectors' in grouping information problem in applied mathematics: vectors and matrixes / Problems of Computer Intellectualization. – Kyiv –Ukraine, Sofia-Bulgaria, 2012. – P. 111-124.

DEFINING THE QUANTITATIVE PARAMETERS IN THE FORMALIZED MODEL OF SPECIALISTS' DEMAND AT THE LABOUR DYNAMIC MARKET

K. Nanobashvili ¹, G. Chachanidze ², T. Zirakashvili ³

¹David Agmashenebeli University of Georgia,

²Georgian Technical University, ³Georgian Technical University

guramchachanidze@yahoo.com

The quantitative parameters of the specialists' demand at the labour dynamic market should be defined in compliance of the country's social-economic development strategy development. The strategy of the country's social economic development is a very important document, which depicts the perspectives of the field development that itself needs the supply of the qualified specialists of the mentioned fields. The quantitative parameters of specialists' demand should be defined by satisfying those demands at maximum level. This means that the vacant jobs should be filled in with the specialists at the labour market.

We assume: $R_H, H = \overline{1, h}$, is regions of the country, then:

$$R_H(N_{motx.pr.t(i)}^j; i = \overline{1, 12}; j = \overline{1, q}; H = \overline{1, h};$$

$$R_H(N_{motx.bak.t(i)}^j; i = \overline{1, 12}; j = \overline{1, q}; H = \overline{1, h};$$

$$R_H(N_{motx.mag.t(i)}^j; i = \overline{1, 12}; j = \overline{1, q}; H = \overline{1, h};$$

It is obvious:

$$Q_{motx(pr., bak., mag.)} = R_H(N_{motx.pr.t(i)}^j + R_H(N_{motx.bak.t(i)}^j + R_H(N_{motx.mag.t(i)}^j; \\ i = \overline{1, 12}; j = \overline{1, q-j}); H = \overline{1, h};$$

where: $Q_{motx(pr., bak., mag.)}$ - presents the specialists with the professional, Bachelor's, Master's education in the period $t(i)$ at the labour market.

Finally, targeted F function will be:

$$F(Q_{motx(pr., bak., mag.)}) = \sum_k \sum_i \sum_j m_{miw.pr.bak.mag.t(i)}^{U_k(j)}; k = \overline{1, e}; i = \overline{1, 12}; j = \overline{1, q}.$$

ON OPTIMAL CONTROL OF RISK PROCESSES

Norkin B.

V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine

Bogdan.norkin@gmail.com

We study multicriteria stochastic optimal control problems in discrete time for finding optimal (dividend) policies of an insurance company with respect to profitability and risk indicators.

The evolution of the company's capital is modeled by a controlled risk process, possibly with random stopping (ruin) time. The vector objective functional has the form of expected total discounted reward/risk indicators (until ruin). The task is to construct a Pareto-efficient frontier and to find corresponding Pareto-optimal controls. Remark that for the one criterion problem a barrier dividend strategy is optimal (de Finetti (1957)), but approximating or finding a parametric form of the multicriteria optimal controls is an open key problem.

We study and compare a number of numerical approaches to approximation of the Pareto-efficient frontier: a traditional linear convolution method, an exhaustive search of control and a multicriteria random search. In the first approach the task is reduced to solution of a series of one criterion problems with linearly aggregated criteria. In the second approach we consider a sufficiently rich natural family of potentially optimal controls and calculate corresponding set of vector indicators. In the third approach we reduce the problem to a finite dimensional multicriteria stochastic optimization problem and solve the latter by an evolutionary type (random search) algorithm. All approaches are numerically illustrated and compared.

References

1. Norkin B.V. On Stochastic Optimal Control of Discrete-time Risk Processes // *J. of Automation and Information Sciences*. – Vol. 46 (2014). – Issue 10. – P.30-44.
2. Norkin B.V. Stochastic optimal control of risk processes with Lipschitz payoff functions // *Cybernetics and Systems Analysis*. – Vol. 50 (2014). – No. 5. – P.774-787.
3. Norkin B.V. Random Search of Multicriterion Optimum in Insurance // *Theoretical and Applied Aspects of Cybernetics. Proceedings of the 4-th International Scientific Conference of Students and Young Scientists*. – Kyiv: Bukrek, 2014. – P.176-187.

FUZZY DIFFERENTIAL INCLUSION. R-SOLUTION

¹Plotnikov A.V., ¹Komleva T.A., ²Plotnikova L.I.

¹Odessa State Academy Civil Engineering and Architecture

²Odessa National Polytechnic University

a-plotnikov@ukr.net

Consider the fuzzy differential inclusion

$$\dot{x} \in F(t, x), \quad x(0) \in X_0, \quad (1)$$

where $x \in R^n$, $t \in [0, T] \subset R_+$, $F: [0, T] \times R^n \rightarrow E^n$, $X_0 \in E^n$.

We interpret (1) as a family of differential inclusions

$$\dot{x}_\alpha \in [F(t, x_\alpha)]^\alpha, \quad x_\alpha(0) \in [X_0]^\alpha, \quad \alpha \in [0, 1]. \quad (2)$$

An α -solution $x_\alpha(\cdot)$ of (1) is understood to be an absolutely continuous function $x_\alpha: [0, T] \rightarrow R^n$ which satisfies (2) almost everywhere. Let X_α denote the α -solution set of (2) and $X_\alpha(t) = \{x_\alpha(t): x_\alpha(\cdot) \in X_\alpha\}$. Clearly a family of subsets $X_t = \{X_\alpha(t): \alpha \in [0, 1]\}$ can not satisfy to conditions of Stacking Theorem. Therefore we will consider a R-solution of fuzzy differential inclusion (1).

Definition [1,2]. The upper semicontinuous fuzzy mapping $X: [0, T] \rightarrow E^n$ which satisfy to the following system

$$\sup_{\alpha \in [0, 1]} h \left([X(t + \sigma)]^\alpha, \bigcup_{x \in [X(t)]^\alpha} \left\{ x + \int_t^{t+\sigma} [F(s, x)]^\alpha ds \right\} \right) = o(\sigma), \quad X(0) = X_0$$

is called the R-solution $X(\cdot)$ of differential inclusion (1).

In this talk the fuzzy differential inclusions are considered and the existence and uniqueness theorem is proved.

References

- 1 Plotnikov A.V., Komleva T.A. The Partial Averaging of Fuzzy Differential Inclusions on Finite Interval // International Journal of Differential Equations, 2014. – V. 2014, Article ID 307941, 5 pages. doi: 10.1155/2014/307941.
- 2 Плотников А.В. Схема полного усреднения для нечетких дифференциальных включений на конечном промежутке // Укр. мат. журн., 2015. – Т. 67, № 3. – С. 366-374.

SOME PROPERTIES OF SUB-GAUSSIAN RANDOM PROCESSES

Rozora I.V., Lukovich O.V.

Taras Shevchenko National University of Kyiv

irozora@bigmir.net, lukolga@ukr.net

Assume that $X = \{X(t), t \in R^+\}$ is a centered stationary stochastic process with discrete spectrum. It means that $EX(t) = 0, t \in R^+$,

$$EX(t)X(t+\tau) = B(\tau) = \sum_{k=0}^{\infty} b_k^2 \cos \lambda_k \tau, \quad t, \tau \in R^+, \quad (1)$$

where $b_k^2 > 0, \sum_{k=0}^{\infty} b_k^2 < \infty$ and $\lambda_k, k \geq 0$, is such increasing sequence that $0 \leq \lambda_k < \lambda_{k+1}, \lambda_k \xrightarrow{k \rightarrow \infty} \infty$.

It's well known fact that stationary stochastic process with discrete spectrum has the following representation

$$X(t) = \sum_{k=0}^{\infty} b_k (\xi_k \cos \lambda_k t + \eta_k \sin \lambda_k t), \quad (2)$$

where $E\xi_k = E\eta_k = E\xi_k \eta_l = 0, E\xi_k \xi_l = E\eta_k \eta_l = \delta_k^l, k, l \geq 0$ and δ_k^l is Kronecker symbol.

The series in (2) is convergent in mean square.

Definition 2. Random variable ξ is called sub-Gaussian, if there exists such constant $a \geq 0$, that for all $\lambda \in R$ the inequality

$$E \exp \{ \lambda \xi \} \leq \exp \left\{ \frac{a^2 \lambda^2}{2} \right\}$$

holds true. The class of all sub-Gaussian random defined on a common probability space (Ω, F, P) variables will be denoted by $Sub(\Omega)$.

Consider the following numerical characteristic of sub-Gaussian random variable ξ :

$$\tau(\xi) = \inf \left\{ a \geq 0 : E \exp \{ \lambda \xi \} \leq \exp \left\{ \frac{a^2 \lambda^2}{2} \right\}, \lambda \in R \right\}. \quad (3)$$

In Kozachenko et al. (2007) the following statements were proved.

Theorem 1. The space $Sub(\Omega)$ is a Banach space with respect to the norm $\tau(\xi)$ from (3).

Definition 3. Stochastic process $X = \{X(t), t \in T\}$ is called sub-Gaussian if for all $t \in T$ a random variable $X(t)$ belongs to the space $Sub(\Omega)$ and $\sup_{t \in T} \tau(X(t)) < \infty$.

Suppose that in (2) $\xi_k, \eta_k \in Sub(\Omega)$ and $\tau(\xi_k) = \tau(\eta_k) = 1$. Then the process X will be sub-Gaussian stationary with discrete spectrum.

Let $q = \{q(t), t \in R^+\}$ be such positive continuous function that $|q(t)| < 1$.

The estimation of the distribution for supremum with respect to weighting function of sub-Gaussian stationary process with discrete spectrum was obtained. The following theorem holds true.

Theorem 2. Let $X = \{X(t), t \in R^+\}$ be separable sub-Gaussian stationary stochastic process with discrete spectrum from (2) and

$$\sum_{k=0}^{\infty} b_k^2 \lambda_k^{2\alpha} < \infty, \quad \alpha \in \left(\frac{1}{2}, 1\right].$$

$$\text{If } x > B \text{ then } P \left\{ \sup_{t \in [0, +\infty)} |q(t) X(t)| > x \right\} \leq 2 \exp \left\{ -\frac{(x-B)^2}{4A} \right\},$$

where A and B are some constants.

References

1. Buldygin, V. V. and Kozachenko, Yu. V. Metric Characterization of Random Variables and Random Processes. American Mathematical Society, Providence, RI, 2000.
2. Vasylyk O.I., Kozachenko Yu. V., Yamnenko R.Ye. ϕ -sub-Gaussian random processes. – Kyiv, VPC «Kyivskyy universytet», 2008 – 232p.
3. Kozachenko Yu.V., Pashko A.O. Rozora I.V. Simulation of stochastic processes and fields – Kyiv, VPC «Zadruga», 2007 – 230p.

ON CONJUGATE TRIGONOMETRIC SERIES
Shatashvili Albert, Bakuridze Mzevinar, Didmanidze Marina
 Batumi Shota Rustaveli State University, Georgia
bakuridzemzevinari@mail.ru

Some approximate properties of Cesaro means of negative order of Fourier trigonometric series are established.

Below we suppose that $T = [-\pi, \pi]$ and functions $f : R \rightarrow R$ are 2π -periodic. For $f \in L(T)$, by $\sigma[f]$ and $\bar{\sigma}[f]$ we denote Fourier trigonometric series of f and its conjugate series respectively, i. e

$$\sigma[f, x] = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos kx + b_k \sin kx, \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

$$\bar{\sigma}[f, x] = \sum_{k=1}^{\infty} -b_k \cos kx + a_k \sin kx, \quad k \in N,$$

where $a_k \equiv a_k(f) = \frac{1}{\pi} \int_T (t) \cos kt dt, \quad k \in N,$

$b_k \equiv b_k(f) = \frac{1}{\pi} \int_T (t) \sin kt dt, \quad k \in N.$

We imply, that $\bar{f}_n(x) = -\frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{n}}^{\pi} [f(x+t) - f(x-t)] \cotg \frac{t}{2} dt, \quad n > 1.$

If $f \in L^p(T), \quad p \in [1, +\infty]$ and $\delta > 0$, than the representation $\omega(\delta, f)_p = \sup_{|h| \leq \delta} \|f(\cdot + h) - f(\cdot)\|_p$, is called L^p -modulus of continuity of function f . If function $f \in L(T)$, and $\delta > 1$ is any number, than with $t_n^\alpha(x, f)$ symbol we denoted Cesaro means of $\bar{\sigma}[f]$ series, α order, or

$$t_n^\alpha(x, f) = -\frac{1}{\pi} \int_T f(x+t) \tau_n^\alpha(t) dt,$$

Theorem 1. Let $a \in]0, 1[$ - is a number. If function $f \in C(T)$, $a, \alpha > 1$ than

$$\left\| t_n^{-a}(f) - \bar{f}_n \right\|_C \leq A(p, a) n^a \omega\left(\frac{1}{n}, f\right)_p + A(a) g(n, f)$$

Theorem 2. Let $p \in]1, \infty[$ - is a number, and function $f \in C(T)$.
 Than

$$\left\| t_n^{-\frac{1}{p}}(f) - \bar{f}_n \right\|_c \leq A(p) \left[n^{\frac{1}{p}} (\ln n)^{1-\frac{1}{p}} \omega\left(\frac{1}{n}, f\right)_p + g(n, f) \right].$$

References

1. L. Zhizhiashvili. Trigonometric Fourier series and their conjugates. London, 1996.
2. G. H. Hardy, J. E. Littlewood. Math. Z. 28, 4, 1928, 612-634.
3. K. Yano. Proc. Jap. Acad., 38, 2, 1957, 73-74.

STABILITY INVESTIGATION OF A NONLINEAR MODEL DESCRIBING THE DYNAMICS OF NEURAL NETWORKS

Sirenko A., Khusainov D.

Taras Shevchenko National University of Kyiv
sandrew@online.ua, d.y.khusainov@gmail.com,

We consider systems with delay species

$$\dot{y}_i(t) = -a_{ii}y_i(t) + \sum_{j=1}^n f_{ij}(y_j(t - \tau_{ij})) + b_i. \quad (1)$$

As noted in [1], they may describe the dynamics of the neural networks. We believe that $\tau_{ij} > 0$, $a_{ii} > 0$, $i, j = \overline{1, n}$, and the functions $f_{ij}(y)$, $i, j = \overline{1, n}$ satisfy the Lipschitz condition with indicators L_{ij} , $i, j = \overline{1, n}$. It is assumed that the system of equations

$$-a_{ii}y_i + \sum_{j=1}^n f_{ij}(y_j) + b_i = 0, \quad i = \overline{1, n}$$

a decision point $M_0(y_1^0, y_2^0, \dots, y_n^0)$. Make replacement $y_i(t) = x_i(t) + y_1^0$, reduce the system (1) to the system

$$\begin{aligned} \dot{x}_i(t) &= -a_{ii}x_i(t) + \sum_{j=1}^n F_{ij}(x_j(t - \tau_{ij})), \\ F_{ij}(x_j(t - \tau_{ij})) &= f_{ij}(x_j(t - \tau_{ij}) + y_j^0) - f_{ij}(y_j^0). \end{aligned} \quad (2)$$

Investigation of the stability of non-zero equilibrium position in the first quadrant was reduced to studying the stability of the zero equilibrium state of the system (2). We obtained the following stability conditions.

Theorem. Let the system of equations (1) has a unique equilibrium position $M_0(y_1^0, y_2^0, \dots, y_n^0)$ and there are constants $h_{11} > 0, h_{22} > 0, \dots, h_{nn}$ the conditions under which

$$2a_{11} > l_1 + R, 2a_{22} > l_2 + R, 2a_{nn} > l_n + R, \quad (3)$$

Where

$$l_i = \sum_{j=1}^n L_{ij}, R = \sum_{j=1}^n h_{jj} L_{ij}, L_i = \sum_{j=1}^n \frac{L_{ij}}{h_{jj}}.$$

Then the equilibrium state $M_0(y_1^0, y_2^0, \dots, y_n^0)$ is asymptotically stable.

Resistance testing method of Lyapunov functions quadratic species. In the future, the method of Lyapunov-Krasovskii functionals. Systems of difference equations with delay.

References

1. Haykin S. Neural networks: a complete course, 2nd edition, M.: Publishing House "Williams", 2006 – 1104p.

RECURRENT TIME-VARYING PARAMETER IDENTIFICATION WITH LEAST DEVIATION NORM FROM ‘ATTRACTION’ POINTS FOR LINEAR DYNAMIC SYSTEMS UNDER UNCERTAINTIES

Alexander S. Slabospitsky

Taras Shevchenko National University of Kyiv

sl@univ.kiev.ua

Consider the identification problem of the unknown slowly time-varying parameter matrix A for the linear dynamic object:

$$x(k+1) = Ax(k) + \xi(k), \quad k \in \mathbb{N},$$

where $x(k)$, $\xi(k)$ are state and error vectors respectively, vectors $x(k)$ are known, $A \in M_n(\mathbb{R})$. Suppose that for matrix A its ‘attraction’ point $A_*(N)$ is given at any moment N ($N = 0, 1, 2, \dots$).

The least squares estimate with variable forgetting factor $\lambda(k)$ of parameter matrix A is studied in non-classical case when this estimate may be not unique. The set of these estimates is defined as

$$\text{Arg min}_A Q(A, N),$$

where $Q(A, N) = \sum_{k=1}^N w(k, N) \|\xi(k)\|^2$, $\lambda(k) \in (0, 1]$, $k \in \mathbb{N}$,

$$w(k, N) = \begin{cases} \prod_{i=k}^{N-1} \lambda(i), & \text{якщо } k = \overline{1, N-1}, \\ 1, & \text{якщо } k = N. \end{cases}$$

The estimate $\hat{A}(N)$ with least deviation norm from ‘attraction’ point $A_*(N)$ at moment N is suggested as unique estimate on above-mentioned estimate set, viz.:

$$\hat{A}(N) = \tilde{X}_{2,N+1}^T (\tilde{X}_{1,N}^T)^+ + A_*(N) \left[E_n - (\tilde{X}_{1,N}^T) (\tilde{X}_{1,N}^T)^+ \right], \quad N \in \mathbb{N},$$

where $\tilde{X}_{1+i,N+i}^T = \left(\sqrt{w(1,N)}x(1+i), \dots, \sqrt{w(N,N)}x(N+i) \right)$, $i = \overline{0,1}$,

$(^+)$ – Moore-Penrose pseudo-inverse operator.

The recurrent algorithms for estimate $\hat{A}(N)$ and weighted residual sum of squares $q(N) = Q(\hat{A}(N), N)$ are obtained for linear discrete dynamic system under these non-classical assumptions.

AN APPROACH TO PREDICTING ACCORDING TO THE DATA OF INSTRUMENTAL OBSERVATIONS

Dmytro V. Stefanyshyn

The Institute of Telecommunications and Global Information
Space of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

dvstefanyshyn@yahoo.com

Proposed is a new approach to predicting the conditions of hydraulic structures according to the data of instrumental observations with regard to the capabilities of automated control systems. The approach is based on the use of situational and inductive models as diagnostic ones. Situational models correspond to selective dynamic series of actual data within limited time intervals and are adequate on these intervals. Inductive models are constructed with model data derived from situational models, and reflect the peculiarities of the evolution of diagnostic parameters in time [1, 2].

Predicting is based on the method of extrapolation and carries out in two main forms: 1) real-time predictions; they have the purpose of rapid assessment of the future state of a unit under test in the changed situation and are performed by means of the situational models; 2) the emergent (long-term) predictions; they are usually based on inductive, sometimes, situational, diagnostic models. It is shown the accuracy of long-term predictions made on the basis of inductive models is greatly improved if

they based on situational models, which correspond to homogeneous and related clusters of the actual data, namely, separating the actual data on typical seasons, typical operating modes, etc., taking into account the behavior of the independent variable especially and lags.

References

1. Stefanyshyn D.V. A Method of Forecasting of Indexes of Dynamic System that evolves slowly, based on Time Series Analysis / D.V. Stefanyshyn // ICIM 2013. Proc. of 4th Int. Conf. on Inductive Modelling. Kyiv, Ukraine, September 16-20, 2013. – PP. 221-224.
2. Stefanyshyn D.V. Prediction of indexes of dynamic system with use of observational data as time series / D.V. Stefanyshyn // Problems of decision making under uncertainties. Abstracts of XXII International Conf. Foros-Yalta, Ukraine, September 23-27, 2013. – PP. 31-32.

CONVERGENCE RATE OF STATIONARY DISTRIBUTION OF RETRIAL QUEUEING SYSTEMS

I. Usar, J. Protopop

Taras Shevchenko National University of Kyiv

usar@unicyb.kiev.ua

A significant part of the queueing theory is the theory of systems with repeated calls. The detailed overviews of the related references with retrial queues can be found in [1],[2]. These systems are widely used as mathematical models for the real systems in economics, transport, computer network designing as well as in modern mobile communication systems etc.

In this work, we deal with retrial queues of the type $M/M/m/N$ and $M/M/m/\infty$, $m=1,2$, in which intensity of primary call flow λ_j depends on the number j - of customers in the orbit. The intensities of repeated calls ν and the service process μ are supposed to be constant. Variable character of the input flow rate allows to consider the system under threshold strategy which realizes the following algorithm of the service process control: we set $\lambda_j = \lambda_1$ if $\lambda_j = \lambda_1$ and $\lambda_j = \lambda_2$ if $j = H+1, \dots, H$ is a threshold related to by a jump-like way. Formulas for stationary distribution and conditions of their existence for these systems were found in [3]. Changing intensity of input flow in models of this type allows us to resolve optimization problems for them.

In this work we evaluate convergence rates of stationary distribution $\pi_{ij}^{(N)}$ of systems $M_Q/M/m/N$ to relevant distribution π_{ij} of systems $M_Q/M/m/\infty$, $m=1,2$ with repeated calls.

References

1. Falin G.I., Templeton J.G.C. Retrial queues.– London Chapman & Hall, 1997. – 331p.
2. Anisimov V.V., Artalejo J.R. Analysis of Markov multiserver retrial queues with negative arrivals // Queuing Systems. – 2001. – Vol.39. – P. 157-182.
- 3.. Лебедев Є.О, Усар І.Я. Про системи з повторними викликами та керованим входним потоком // Доповіді національної академії наук України. – 2009. - №5. – С. 52-59.

КВАЗИОПТИМАЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ ВРАЩЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКИ СИММЕТРИЧНОГО ТЕЛА С ВНУТРЕННЕЙ СТЕПЕНЬЮ СВОБОДЫ В СРЕДЕ С СОПРОТИВЛЕНИЕМ

¹Акуленко Л.Д., ²Лещенко Д.Д., ³Щетинина Ю.С.

¹Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Россия

²Одесская государственная академия строительства и архитектуры

³Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова

¹kumak@ipmnet.ru, ²leshchenko_d@ukr.net, ³powtampik@gmail.com

Исследуется задача о квазиоптимальном по быстродействию торможении вращений динамически симметричного твердого тела. Предполагается, что тело содержит точечную массу, соединенную с телом вязкоупругим демпфером. На тело действует малый момент сил линейного сопротивления среды, пропорциональный кинетическому моменту, а также малый управляющий момент, ограниченный эллипсоидальной областью.

Компоненты управляющего момента представлены в виде $\varepsilon b_i u_i$ ($i=1,2,3$), где выражения εb_i характеризуют эффективность системы управления относительно i -ой оси, b_i - постоянные величины, которые достаточно близки, u_i - безразмерные управляющие функции, заданные в форме обратной связи. Управляющий момент мал по сравнению с кинетической энергией тела.

Поставленная задача была исследована аналитически и численно. В рамках асимптотического подхода получена усредненная система уравнений, определены время быстродействия, эволюции кинетического момента тела, величины $a = (p^2 + q^2)^{1/2}$ и r .

Здесь p, q, r - проекции вектора угловой скорости тела $\vec{\omega}$ на связанные оси.

АЛГОРИТМИ ОПТИМІЗАЦІЇ МАТРИЦЬ РОЗКЛАДУ ЗА БАЗОВИМИ КРИТЕРІЯМИ В МЕЖАХ КОНФІГУРАЦІЙНОГО ПІДХОДУ

Бабич С.В., Турбал Ю.В.

Кафедра прикладної математики, Національний університет водного
господарства та природокористування, Рівне, Україна

asha.maneteren@gmail.com

В роботі [1], було розглянуто конфігураційний підхід до задачі формування розкладу занять, в основі якого лежить поняття конфігурації та використовуються комбінаторні властивості алгебраїчних структур, зокрема перманент. В даній роботі пропонуються нові алгоритми оптимізації матриць розкладу в межах конфігураційного підходу.

Пропонується кілька алгоритмів оптимізації матриць розкладів на основі базових критеріїв, що ґрунтуються на низці теоретичних результатів в рамках конфігураційного підходу. Зокрема, це алгоритм «активних елементів» та алгоритм «витіснень».

Алгоритм «активних елементів» $\wp^1$ застосовується для оптимізації матриці розкладу за критерієм відсутності “вікон” для викладачів, тобто якщо для будь-якої бінарної конфігурації $\{a_{ij}, a_{kl}\}$ виконується умова: $|i-k|=1$;

Алгоритм «витіснень» $\wp^2$ застосовується для оптимізації за критерієм відсутності “вікон” для студентів, тобто не існує стовпчика в матриці денного розкладу, що містить два ненульових елементи та нуль в другому рядку.

Очевидно, що при оптимізації матриць розкладу виникає низка задач, які пов’язані з вимогами до розкладу занять у вигляді критеріїв. В даній роботі стоїть завдання розробити алгоритми оптимізації матриць розкладу за базовими критеріями в межах конфігураційного підходу для допустимих матриць розкладу.

Література

1. Бабич С.В, Турбал Ю.В. Алгоритм побудови допустимої матриці розкладів / С.В. Бабич, Ю.В. Турбал // XXV International conference PDMU 2015, Skhidnytsia, Ukraine — Abstracts, С. 60-61.

ТВІРНІ ФУНКЦІЇ ДЛЯ А-ЗУПИНЕНИХ ГІЛЛЯСТИХ ПРОЦЕСІВ

Базилевич І. Б., Охрін О.М, Рогожинська Н.В.

Львівський національний університет імені Івана Франка

I_Bazylevych@yahoo.com

Розглядаємо однорідний гіллястий процес $\mu(t)$ з неперервним або дискретним часом. Значення процесу належать множині Z_+ .

Нехай $A \subset Z_+$ і точка $x=0$ не належить A . Якщо процес потрапляє в множину A , то він зупиняється.

Введемо твірні функції (вони не обов'язково ймовірнісні).

$$F_1(t, s) = \sum_{n=0}^{\infty} P\{\mu(t) = n \mid \chi_A(n) s^n\}$$

$$F_2(t, s) = \sum_{n=0}^{\infty} P\{\mu(t) = n \mid \chi_{\bar{A}}(n) s^n\}.$$

Тоді справедливі теореми:

Теорема 1. Має місце функціональне рівняння:

$$F_1(t + \tau, s) = F_1(t, s) + F_1(t, F_2(\tau, s));$$

$$F_2(t + \tau, s) = F_2(t, F_2(\tau, s)).$$

Теорема 2. $F_1(t, s), F_2(t, s)$ - неперервні по s і по t .

Теорема 3. При $\Delta t \rightarrow 0$ має місце асимптотичне представлення:

$$F_1(\Delta t, s) = s + \Delta t f_A(s) + o(\Delta t);$$

$$F_2(\Delta t, s) = s + \Delta t f_{\bar{A}}(s) + o(\Delta t);$$

Література

1. Севастьянов Б. А. Ветвящиеся процессы. / Б. А. Севастьянов. – М.: Наука, 1971. – С.436
2. Севастьянов Б.А. Вероятности вырождения ограниченных снизу ветвящихся процессов. / *ТВП*, **40**:3 (1995), С.556–564
3. Севастьянов Б.А. Асимптотическое поведение вероятностей вырождения остановленных ветвящихся процессов. / *ТВП*, **43**:2 (1998), С.390–397

ТРИКРОКОВИЙ МЕТОД НА ОСНОВІ МЕТОДУ СПУСКУ

Бартіш М.Я., Ковальчук О.В., Николайчук Л.В.

Львівський національний університет імені Івана Франка

olyak2005@gmail.com.

Розглянемо задачу розв'язування системи нелінійних алгебраїчних рівнянь

$$P(x) = 0, \quad P: R^n \rightarrow R^m \quad (1)$$

Одним із найвідоміших методів розв'язування задачі (1) є метод Гаусса-Ньютона. До недоліків даного методу можна віднести трудомісткість кожної ітерації, вибір початкового наближення.

Зведемо задачу (1) до задачі про найменші квадрати

$$f(x) = \frac{1}{2}(P(x), P(x)) \rightarrow \min \quad (2)$$

Для розв'язування задачі (2) застосуємо метод спуску. Нехай маємо деяке наближення x_k визначимо вектор a_k із умови $a_k^i \in \left\{0, \frac{\partial f}{\partial x^i}\right\}$. Легко бачити що напрям a_k є напрямком спадання функції $f(x)$. Розглянутий нами алгоритм має вигляд:

$$x_{k+1} = x_k - \alpha_k a_k, \text{ де } I_k = \{i = 1, 2, \dots, n, a_k^i \neq 0\} \quad (3)$$

Параметр α_k вибираємо аналогічно як у градієнтному методі, множина I_k на кожному кроці змінюємо.

Пропонується трикроковий метод для розв'язування задачі (2) на основі методу (3)

$$\begin{aligned} u_k &= x_k - \alpha_k a_k \\ v_k &= x_k - \beta_k b_k \\ x_{k+1} &= \arg \min_{\gamma} \|P(v_k + \gamma(u_k - v_k))\| \quad a_k \neq b_k \end{aligned} \quad (4)$$

Перевагою даного методу є те що він використовує часткову інформацію про похідні, тобто зменшує кількість обчислень вектор-функції $P(x)$

МЕТОД ЛІНІЙНОЇ ЗГОРТКИ КРИТЕРІЇВ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Бахрушин В.Є.¹, Пишнограєв І.О.²

¹Класичний приватний університет, м. Запоріжжя

Vladimir.Bakhrushin@gmail.com

²НТУУ «КПІ», м. Київ

pyshnograiev@gmail.com

Метод лінійної згортки критеріїв широко використовують при прийнятті багатокритеріальних рішень в різних галузях. Його популярність пов'язана з відносною простотою, а також з тим фактом, що за певних умов оптимізація такого показника дає змогу отримати будь-яке рішення, що належить до множини Парето. Також варто виділити задачу пошуку критичних показників, що надасть можливість виділити “точки” першочергового впливу. Разом з тим, існують певні проблеми, що обмежують використання методу або потребують додаткових досліджень його властивостей. До них зокрема належать методи, що передбачають ієрархічне згортання, які застосовуються при побудові університетських рейтингів та індексів оцінки складних соціально-економічних систем. Окремою проблемою є багатокритеріальний вибір декількох найкращих альтернатив, де оптимальний вибір не збігається із множиною Парето. Ще одна група проблем пов'язана з умовами, що забезпечують стійкість процедур оцінювання альтернатив. В багатьох випадках побудова лінійної моделі передбачає попередній вибір її складових та зв'язків між ними. При цьому часто висуваються вимоги щодо некорельованості складових, їх фізичної розмірності та співвідношення абсолютних значень, хоча і в деяких випадках спеціальні методи допомагають цього уникнути. Це може впливати на точність оцінювання підсумкового показника та надійність вирішення його близьких значень, а також на збіжність і точність результатів в деяких процедурах оцінювання вагових коефіцієнтів моделі.

Ці та інші передумови треба враховувати при виборі методів розв'язування прикладних багатокритеріальних задач. Розглянуто деякі задачі прийняття рішень в освіті (побудова і застосування університетських рейтингів, відбір абітурієнтів до вищих навчальних закладів) та у соціально-економічному прогнозуванні (побудова композитних індикаторів на прикладі оцінки рівня розвитку суспільства, заснованого на знаннях).

КРИТИЧНІ ЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЮ ТИПУ КОЛМОГОРОВА-СМИРНОВА ДЛЯ ДЕЯКИХ ТИПІВ РОЗПОДІЛІВ

Бахрушин В.Є., Дудко І.О.

Класичний приватний університет, м. Запоріжжя

Vladimir.Bakhrushin@gmail.com

Для перевірки адекватності моделей розподілів використовують статистичні критерії, зокрема непараметричні критерії згоди типу Колмогорова-Смирнова. Методом Монте-Карло нами було оцінено критичні значення такого критерію для випадку коли параметри теоретичної функції розподілу визначають за самою вибіркою і уточнюють за допомогою чисельних алгоритмів нелінійної мінімізації розрахункового значення критерію. Визначено функції, які апроксимують квантілі розподілу статистики в залежності від обсягу вибірки.

Критичні значення $\lambda_{\min}^*$ критерію типу Колмогорова-Смирнова

Довірчий рівень, p	Критичні значення $\lambda_{\min}^*$				
	0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
Нормальний розподіл (N)	0,546	0,566	0,593	0,632	0,713
Розподіл Лапласа (Lap)	0,545	0,566	0,592	0,630	0,710
Логнормальний розподіл (LN)	0,546	0,567	0,592	0,633	0,709
Гамма розподіл (Γ)	0,547	0,568	0,594	0,635	0,718
Експоненціальний розподіл (Exp)	0,698	0,728	0,767	0,832	0,957
Вейбулла (W)	0,696	0,729	0,768	0,831	0,953

Функції для квантилів розподілу $D_n^*(\min)$ критерію типу

Колмогорова-Смирнова

Довірчі рівні	Функції $C(N, \alpha)$				
	0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
N, Lap, LN, Γ	$\frac{0,55}{\sqrt{n+2,47}}$	$\frac{0,56}{\sqrt{n+2,17}}$	$\frac{0,59}{\sqrt{n+2,08}}$	$\frac{0,63}{\sqrt{n+1,78}}$	$\frac{0,71}{\sqrt{n+1,59}}$
Exp, W	$\frac{0,70}{\sqrt{n+2,11}}$	$\frac{0,72}{\sqrt{n+2,09}}$	$\frac{0,77}{\sqrt{n+1,68}}$	$\frac{0,83}{\sqrt{n+1,49}}$	$\frac{0,96}{\sqrt{n+1,25}}$

ОБ ОДНОЙ ОБОБЩЕННОЙ РАЗНОВИДНОСТИ ПРОЕКЦИОННЫХ ГОМОЛОГИЙ

Бахтадзе Шалва

Батумский государственный университет Шота Руставели, Грузия

bakhtadze.shalva@yandex.com

Пусть (X, A) - произвольная пара хаусдорфовых топологических пространств. Рассмотрим множество M всех компактных подпар (X_α, A_α) пары (X, A) , упорядоченное по отношению „ $\subseteq$ “ - теоретико-множественного включения: „ $(X_\alpha, A_\alpha) \subseteq (X_\beta, A_\beta)$ “ тогда и только тогда, когда $X_\alpha \subseteq X_\beta$ и $A_\alpha \subseteq A_\beta$. В свою очередь, каждое такое отношение - включение $(X_\alpha, A_\alpha) \subseteq (X_\beta, A_\beta)$ между компактными парами определяет отображение вложения:

$$\rho_\beta^\alpha : (X_\alpha, A_\alpha) \rightarrow (X_\beta, A_\beta). \quad (1)$$

Пусть n - фиксированное целое число, K - локально конечный комплекс, G - абелева группа, а $H_n^K(X_\alpha, A_\alpha; G)$ - n -мерная K -группа гомологии Баладзе-Чогошвили пары $(X_\alpha, A_\alpha) \in M$ компактных хаусдорфовых пространств над группой коэффициентов G [1].

Тогда любое вложение вида (1) индуцирует гомоморфизм:

$$\rho_{\beta*}^\alpha : H_n^K(X_\alpha, A_\alpha; G) \rightarrow H_n^K(X_\beta, A_\beta; G). \quad (2)$$

Легко заметить, что группы $H_n^K(X_\alpha, A_\alpha; G)$ взятые для всех пар $(X_\alpha, A_\alpha) \in M$ и гомоморфизмы вида (2) образуют прямой спектр

$$\{H_n^K(X_\alpha, A_\alpha; G); \rho_{\beta*}^\alpha, M\}. \quad (3)$$

Предельную группу спектра (3) обозначим через $H_n^K(X, A; G)$, т.е. положим:

$$H_n^K(X, A; G) = \varinjlim \{H_n^K(X_\alpha, A_\alpha; G); \rho_{\beta*}^\alpha, M\}.$$

Определение. Группа $H_n^K(X, A; G)$ называется n -мерной K -группой гомологии с компактными носителями пары хаусдорфовых

топологических пространств (X, A) над группой коэффициентов G .

Полученная теория гомологии H_*^K представляет собой естественным обобщением теории проекционных гомологии Чогошвили [1,3,4], так как, в том частном случае, когда комплекс K состоит из одной единственной вершины, а (X, A) является компактной парой хаусдорфовых пространств, то теория гомологии H_*^K совпадает с теорией гомологии Чогошвили на категории компактных пар [1].

Построенная теория гомологии H_*^K представляет собой экстраординарной теорией гомологии.

Литература

1. Sh.Bakhtadze. Projective and special homologies. Journ.of math.scien.,v.119,No.4,2004, 387-458
2. Д.Баладзе. Исследования по теории гомологии. Изд. „Ганатлеба“, Тбилиси, 1984.
3. Г.С. Чогошвиди. On the homology of topological spaces. Saq.mec.akad. moambe 1, n.2. 1940, 337-340.
4. Г.С. Чогошвиди. Известия АН СССР, серия. Мат., 15(1951), 421-438.

ОБ ОБУЧЕНИИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИКИ В ЭКОНОМИКЕ (БИЗНЕСЕ)

Бахтадзе Шалва, Бахтадзе Паата

Батумский государственный университет Шота Руставели, Грузия
bakhtadze.shalva@yandex.com

В докладе, на основе собственного опыта, накопленного на лекциях по курсу высшей математики, читаемых автором в течение ряда лет на экономических факультетах в вузах г. Батуми и с учетом современных требований для подготовки высококвалифицированных специалистов-экономистов, представлен разработанный нами вариант программы-силабуса в виде специального курса под названием „Применения математического анализа и линейной алгебры в экономике“, рассчитанный на 5 кредитов (30 часов контактных и 95 часов для самостоятельной работы) и который содержит следующие основные вопросы:

1. Числа, числовые последовательности, пропорции, деление чисел на пропорциональные части, проценты и их применение в экономике;

2. Пределы числовых последовательностей, число ϵ и их применение в экономике;

3. Функции и графики и их применение в экономике;

4. Производная и ее применение в экономике;

5. Функции многих переменных и их применение в экономике;

6. Аппарат дифференциальных уравнений и их применение в экономике;

7. Линейная алгебра (матрицы, векторы, системы линейных уравнений, диофантовы уравнения, ...) и их применение в экономике, и соответственно во многих экономических задачах, решение которых, используя межпредметные связи, осуществляются прикладными математическими исследованиями по следующим этапам:

I этап. Построение математической модели;

II этап. Выбор метода;

III этап. Проведение математического исследования;

IV этап. Анализ и интерпретация результата.

Внесением в учебный план указанного спецкурса, успех неизбежен.

ДО ПОБУДОВИ ОПТИМІЗОВАНИХ АЛГОРИТМІВ АДАПТИВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

I.B. Бейко

ivan.beyko@gmail.com

Зростаючі потужності обчислювальної техніки відкривають можливості побудови алгоритмів адаптивної оптимізації для обчислення розв'язків $x^* = \arg \min_{x \in X} f(x, \omega)$ ускладнених задач оптимізації із неповними даними ω (наприклад, із похибками обчислень) та складними допустимими множинами X , елементами яких є траєкторії x керованих систем $S(x, u, \omega) = 0$ із заданими множинами Ω допустимих керувань $u \in \Omega$. Алгоритми адаптивної оптимізації («адаптивного навчання») ґрунтуються на обчисленні розв'язків $x_i^j = \arg \min_{x \in X_{ij}} F_{ij}(x)$ допоміжних задач оптимізації із адаптивно уточнюваними підмножинами X_{ij} та апроксимаціями F_{ij} функції f . Задачі побудови оптимального алгоритма A для обчислення наближення $\bar{x}(A)$ до розв'язку $x^* = \arg \min_{x \in X} f(x)$ є задачами багатокритеріальної оптимізації. До критеріїв оптимальності

алгоритма A належать: похибки $K_1(A) \triangleq \rho_x(\bar{x}(A), x^*)$ та $K_2(A) \triangleq \rho_f(f(\bar{x}(A)), f(x^*))$ обчислених значень $\bar{x}(A)$ та $f(\bar{x}(A))$ (за вибраними метриками ρ_x та ρ_f); оцінки $K_3(A)$ та $K_4(A)$ часу, необхідного для обчислення $\bar{x}(A)$ і $f(\bar{x}(A))$; оцінки $K_5(A)$ та $K_6(A)$ трудомісткості обчислення $\bar{x}(A)$ і $f(\bar{x}(A))$ тощо. Розглядається множина M_A алгоритмів $A \triangleq (A_1, \dots, A_4)$ розпаралелюваних послідовних обчислень, де за допомогою обчислених на послідовності $\bar{x}_k \triangleq \{\{x_i^j\}_{i=1..n_{j,k}} \mid j = \overline{1..m_k}\}$ значень функції f та її апроксимацій F_{jk} (і вибраних похідних) на наступному $(k+1)$ -му кроці оновлюються апроксимації $F_{jk+1} = A_1(j, k+1, f, \bar{x}_k)$ та множини $X_{ij} = A_2(i, j, f, \bar{x}_k)$ і обчислюються $x_i^j = \arg \min_{x \in X_{ij}} F_{jk+1}(x)$ для $j = \overline{m_k + 1..m_{k+1}}$, $i = \overline{n_{j,k}..n_{j,k+1}}$, $m_{k+1} = A_3(f, \bar{x}_k)$ та $n_{j,k+1} = A_4(f, \bar{x}_k)$. Серед практично важливих алгоритмів адаптивної оптимізації визначаються: *оптимальні по точності* алгоритми

$$A^{\delta x} = \arg \min_{A \in M_A, K_1(A) \leq d_i, i \neq 1} K_1(A), \quad A^{\delta f} = \arg \min_{A \in M_A, K_1(A) \leq d_i, i \neq 2} K_2(A)$$

із заданими обмеженнями на допустимі значення всіх критеріїв оптимальності (якщо ж для деякого $\bar{i}$ -го критерія обмеження відсутні, то приймаємо $d_{\bar{i}} = \infty$); *оптимальні по швидкодії* алгоритми

$$A^{tx} = \arg \min_{A \in M_A, K_1(A) \leq d_i, i \neq 3} K_3(A), \quad A^{tf} = \arg \min_{A \in M_A, K_1(A) \leq d_i, i \neq 4} K_4(A)$$

та *оптимальні по трудомісткості* алгоритми

$$A^{fx} = \arg \min_{A \in M_A, K_1(A) \leq d_i, i \neq 5} K_5(A), \quad A^{ff} = \arg \min_{A \in M_A, K_1(A) \leq d_i, i \neq 6} K_6(A).$$

Для мінімізації диференційованих та двічі диференційованих функцій f будуються спрощені алгоритми адаптивної оптимізації із використанням лінійних та квадратичних апроксимацій F_{jk} . Для більш гладких f будуються алгоритми вищих порядків збіжності, наприклад, із використанням тейлерівських апроксимацій. Для опуклих f із множинами опорних градієнтів $G(x_i^j, f)$ використовуються міноранти

$$F_{jk}(x) = \max_{i=1..n_{j,k}} \max_{c \in G(x_i^j, f)} (f(x_i^j) + (c, x - x_i^j)).$$

Вагомого підвищення ефективності алгоритмів адаптивної оптимізації досягаємо в тих задачах оптимального керування, які за принципом максимуму зводяться до задач мінімізації параметричних функцій $f(x, p, \omega)$ із ефективним обчисленням наближень x_i^j .

МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ФАЗОВИХ ТРАЄКТОРІЙ КЕРОВАНИХ СИСТЕМ ІЗ РІЗНОТЕМПОВИМИ ПІДСИСТЕМАМИ

Бейко І.В.¹, Зінько П.М.²

¹Національний технічний університет України «КПІ»

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ivan.beyko@gmail.com

Практична ефективність чисельних алгоритмів для розв'язання задач оптимізації ієрархічно керованих систем із різномасштабними по часу підсистемами визначається в значній мірі ефективністю (точністю та швидкодією) обчислення прогнозованих фазових траєкторій взаємодіючих підсистем. Із використанням методів розв'язуючих операторів будуються алгоритми підвищеної точності для обчислення фазових траєкторій $x = (x_1, \dots, x_n)$ для різномасштабних по часу підсистем, де фазова траєкторія x_k k -ої підсистеми, $k = \overline{1, n}$, описується системою диференціальних рівнянь

$$\dot{x}_k(t) = f_k(x_k(t), u_k(t), q_k, \theta_k, t, w_k(z(t), x(t), u(t), q, \theta, t))z_k(t),$$

із керуваннями $u_k(t) \in U_k$, параметрами неповних даних $q_k \in Q_k$, випадковими величинами θ_k та впливом $w_k(z(t), x(t), u(t), q, \theta, t))$ на k -ту підсистему інших взаємодіючих підсистем, де значення координати $z_k(t)$ індикаторної вектор-функції $z(t) = (z_1(t), \dots, z_n(t))$ дорівнює 1 у моменти функціонування k -ї підсистеми та дорівнює 0 у інших випадках і визначається в залежності від поточних значень $x(t), u(t), q, \theta$ та t за допомогою індикаторної функції

$$z_k(t) := \chi(w_z(k, z(t), x(t), u(t), q, \theta, t)),$$

із заданою функцією w_z (значення функції $\chi: R \rightarrow \{0, 1\}$ із додатніми аргументами дорівнює 1, а з від'ємними – 0).

У початковий момент часу $t = t_0$ задаються початкові значення $z(t_0) = z^0(t_0)$, початкові значення $x_k(t_0) = x_k^0(t_0)$, $k = \overline{1, n}$, і визначаються

значення реалізації випадкової величини $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n)$ за заданою функцією F умовного розподілу $F(\theta) \triangleq F(\theta | z(t_0), x(t_0), u(t_0), q, t_0)$. У кожен момент переключення $t = \hat{t}$ значення $z_k(t)$ із 0 на 1 визначаються нові значення координат фазового стану $x_k(\hat{t})$ за відомою вектор-функцією w_{xt} імпульсного переходу $x_k(\hat{t}) = w_{xt}(k, z(\hat{t}), x(\hat{t}), q, \theta, \hat{t})$. У загальному випадку значення реалізацій випадкової величини θ можуть оновлюватися у визначені функцією w_τ моменти часу $t = \tau_{i+1} = w_\tau(\tau_i, z(\tau_i), x(\tau_i), u(\tau_i))$ за заданою функцією розподілу $\bar{F}(\theta) \triangleq \bar{F}(\theta | \tau_i, z(\tau_i), x(\tau_i), u(\tau_i))$.

Відомо, що похибки обчислення фазової траєкторії x різко зростають із зростанням відношення максимального абсолютного значення до мінімального абсолютного значення швидкостей координат фазового вектора, яке може досягати великих значень, що призводить до жорсткості динамічної системи та неможливості обчисленням фазової траєкторії з високою точністю. Для інтегрування таких систем будувалися чисельно-аналітичні методи теорії збурень із введенням приграншарів та параметрів часових масштабів для побудови наближених розв'язків у вигляді рядів по малим параметрам (асимптотичні методи, методи усереднення, методи регуляризації та сингулярних збурень). Проте їх практичні застосування обмежуються вузькими класами динамічних систем. Більш універсальними є методи асимптотично розв'язуючих операторів [1] для підвищення точності обчислення фазових траєкторій систем із різномасштабними по часу підсистемами за допомогою послідовного уточнення наближень $\bar{x}_k$ до фазових траєкторій x_k підсистем із великими швидкостями. Такі методи основані на обчисленні уточненого наближення

$$\tilde{x}_k(t+h) = \bar{x}_k(t+h) + \int_t^{t+h} Q(\tau) \left(f(k, \bar{x}_k(\tau), u_k(\tau), q_k, \theta_k, \tau, w_x(k, z(\tau), x(\tau), q, \theta, \tau)) - \dot{\bar{x}}_k(\tau) \right) d\tau,$$

де

$$\begin{aligned} \bar{f}(z(t), x(t), u(t), q, \theta, t) &\triangleq \\ &\triangleq (f_1(x_1(\tau), u_1(\tau), q_1, \theta_1, \tau, w_x(1, z(t), x(t), q, \theta, t)), \dots \end{aligned}$$

$$..., f_n(x_n(\tau), u_n(\tau), q_n, \theta_n, \tau, w_x(n, z(\tau), x(\tau), q, \theta, \tau))).$$

Теорема. Якщо на інтервалі $\tau \in [t, t+h)$ наближений розв'язок $\bar{x}$ до фазової траєкторії x і наближений розв'язок $\bar{Q}$ спряженої системи задовольняють для деяких $l_1 > 0$ і $l_2 > 0$ рівнянням

$$\bar{x}_k(\tau) = x_k(\tau) + O(h^{l_1}),$$

$$dQ(\tau)/d\tau = -Q(\tau)\partial_x \bar{f}(z(t), x(t), u(t), q, \theta, t)) + O(h^{l_2}),$$

$$Q_k(t+h) = I, I \subset R^{n_k \times n_k}, \forall k \neq \bar{k} \quad Q_{\bar{k}}(t+h) = 0,$$

то

$$x_k(t+h) = \tilde{x}_k(t+h) + O(h^{l_1+l_2+1}).$$

На цій основі для різномасштабних по швидкості підсистем будуються уточнені розв'язки $\tilde{x}_k(t+h_k)$ із збільшеними кроками h_k для підсистем із меншими швидкостями і цим досягається зменшення загального обсягу обчислень, необхідних для побудови фазових траєкторій всіх підсистем.

У роботі [2] задачі оптимізації керованих систем із різномасштабними по швидкодії підсистемами досліджувалися методами теорії сингулярних збурень.

Література

1. Бейко І.В., Зінько П.М. Методи високих порядків для розв'язування задач Коші та багатомірних крайових задач за допомогою асимптотично-розв'язуючих операторів// Математичне та комп'ютерне моделювання, Кам'янець-Подільський національний університет, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, - Кам'янець-Подільський: К-ПНУ, 2009. - Вип.1. - С.18-25.
2. Згуровський М.З., Романенко В.Д. Системи фільтрації та керування із різномасштабними підсистемами. — К.: «Наукова думка», 1998. — 375 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ АНАЛІЗІ ДІЯЛЬНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА (B,S)-РИНКУ

Болдирєва В.О.

Донецький національний університет, Вінниця

valery.boldyreva@gmail.com

В роботі розглядаються моделі страхових компаній, що функціонують на фінансовому (B,S)-ринку у випадку, коли постійна доля капіталу $0 \leq u \leq 1$ відводиться на покупку ризикових активів (акцій). В якості ризикових активів розглядаються: модель Самуельсона, модель з узагальненим процесом Пуассона та модель Кларка з доданою дифузійною частиною. Усі ці моделі акцій є без арбітражними. Кількість позовів, що надходять до компанії, відповідає закон розподілу Пуассона. Також у роботі [1] побудовані моделі страхових компаній, що беруть до уваги інвестиції на рекламу. Для побудованих моделей розглянуті випадки постійних та стохастичних премій, а також премій, що залежать від капіталу компанії. Для кожного випадку отримуються інтегро-диференціальні рівняння для скінченного проміжку часу $(0; t]$, а також для нескінченного часу існування компанії $(0; +\infty)$. В якості параметра для визначення платоспроможності страхових компаній обираємо ймовірність небанкруства. Для нескінченному проміжку часу отриманий метод виведення рівнянь, який не накладає жодних обмежень на існування гладких щільностей розподілу для величин страхових премій та позовів.

Розглянутий випадок гамма-розподілу величин страхових вимог для моделі страхової компанії, що отримує постійні премії від клієнтів та працює на (B,S)-ринку. Для цього випадку досліджена задача з особливими точками та обмеженнями.

Для довільного розподілу величин страхових вимог у класичній моделі ризику отриманий спосіб, що дозволяє знайти апроксимовану ймовірність небанкрутства.

Література

1. Бондарев Б.В. Анализ рисков в страховании: монография / Б. В. Бондарев, В. О. Болдырева. — Донецк: ООО «Східний видавничий дім», 2014. — 136 с.

ПРЕДСТАВЛЕННЯ РІШЕНЬ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ MVC

Бондарчук Ю. В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Продовжуючи вибудовування системного погляду на СППР (наприклад, [1, 2]) як на системи, що мають сценарій створення, редагування, зберігання рішення та обмін рішеннями [3], природно очікувати, що СППР мають свої особливості реалізації.

Пропонується поєднання популярної в останнє десятиліття технології MVC (**Model-View-Controller**, Модель-Вигляд-Контролер) представлення програмних систем із архітектурою СППР.

Так підсистема СППР роботи з рішеннями може природнім чином бути представленою в шаблоні MVC, але і кожний окремих компонент (тобто в розбивці на Model, View та Controller) знову представляється за технологією MVC:

М	Тіло рішення. Очікувана поведінка	М	Рішення в СППР
	Пояснення дій (для ОПР)	V	
	Фактична поведінка рішення	C	
V	Гіпертекст пояснень/даних	М	
	Інтерфейс з ОПР	V	
	Інформаційний комутатор СППР	C	
C	Схеми, ролі, політики в СППР	М	
	Інтерпретатор гіпертекстових форм	V	
	Інтерпретатор сценаріїв СППР	C	

Література

1. Бондарчук Ю.В. Щодо модифікації парадигми СППР // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика (СППР-2013): Збірник доповідей наук.-практ. конф. –Київ: ІПММС НАНУ, 2013, -с. 9-11.
2. Бондарчук Ю.В. Патерни взаємодії СППР // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика (СППР-2015): Збірник доповідей наук.-практ. конф. –Київ: ІПММС НАНУ, 2015, -с. 9-12.
3. Бондарчук Ю.В. Патерни генезису рішень СППР // XXV International conference "Problems of decision making under uncertainties" (PDMU-2015). 11-15.5.2015, Східниця, -С. 72-73.

ОПТИМІЗАЦІЙНІ ЗАДАЧІ ДЛЯ ПРОЦЕСУ РИЗИКА НА ІНТЕРВАЛІ

¹Братійчук М.С., ²Лукович О.В.

¹Шльонська політехніка в Глівіцах, Польща

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Mykola. Bratiichuk@polsl.pl

Розглянемо процес Пуассона $\xi(t), t \geq 0, \xi(0) = 0$ з кумулянтною

$$k(s) = t^{-1} \ln \mathbb{E} e^{s\xi(t)} = as + \lambda \int_{-\infty}^{+\infty} (e^{sx} - 1) dF(x), \quad a > 0. \quad (1)$$

Для фіксованого $T > 0$ та $x \in [0; T]$ процес Пуассона з відбиттям на рівні T задається наступним чином

$$\xi^+(t) = x + \xi(t) - \max \left\{ 0, \inf_{0 \leq u \leq t} (x + \xi(u) - T) \right\}.$$

Такі процеси часто виникають в теорії ризику та теорії запасів (див. наприклад [1]).

Позначимо $\tau(T, x) = \inf \{t : \xi^+(t) \leq 0\}$ - момент розорення і нехай $N(\tau(T, x))$ позначає кількість попадань на рівень T до моменту розорення.

Отримати явні зображення для ймовірнісних характеристик випадкових величин $\tau(T, x)$, $N(\tau(T, x))$ без додаткових обмежень на процес $\xi(t)$ неможливо, а тому ми розглянемо частковий випадок, коли густина функції розподілу $F(x)$ для $x > 0$ має вигляд

$$\frac{dF(x)}{dx} = \sum_{i=1}^m \gamma_i e^{-\alpha_i x}, \quad 0 < \alpha_1 < \alpha_2 < \dots < \alpha_m, \gamma_i > 0, x > 0.$$

Теорема. Для $0 \leq x \leq T$ має місце зображення

$$\begin{aligned} \mathbb{E} e^{\mu \tau(T, x)} z^{N(\tau(T, x))} &= 1 + C_1(z) B_\mu(x) - \lambda \sum_{i=2}^{m+1} C_i(z) \gamma_{i-1} \int_0^x e^{\alpha_{i-1} y} B_\mu(x-y) dy + \\ &+ \mu \int_0^x B_\mu(y) dy - \lambda C_0(z) \int_0^x \bar{F}(T-y) B_\mu(x-y) dy, \quad (2) \end{aligned}$$

де функція $B_\mu(x)$ відома а коефіцієнти $C_i(z), i = 0, 1, \dots, m+1$ є розв'язком деякої системи лінійних рівнянь.

З зображення (2) легко отримати явні формули для $E\tau(T, x)$ та $EN(\tau(T, x))$, використовуючи які розглядається оптимізаційні задачі типу $E\tau(T, x) \rightarrow \max$, $EN(\tau(T, x)) \rightarrow \max$, якщо керуючим параметром є коефіцієнт α з (1) або $E\xi(1)$.

Література

1. Lin, X.S., Pavlova, K.P., 2006. The compound Poisson risk model with a threshold dividend strategy. Insurance: Mathematics and Economics 38, Pp.57--80.

РАЗРАБОТКА ДИСКРЕТНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ВСЕЛЕНИЯ НОВОГО ВИДА В ПРОСТРАНСТВЕННО ОДНОРОДНУЮ СРЕДУ

А.В. Быць

Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины
swantle@i.com.ua

Одним из актуальных вопросов теоретической экологии является механизм миграций и расселения живых организмов по поверхности и в трехмерном пространстве. Различными авторами были предложено несколько математических моделей миграционных процессов [1-4].

Нами разработаны дискретные математические модели вселения особей одного вида живых организмов в пространственно однородную среду.

Расселение особей на каждой итерации предложенного алгоритма происходит следующим образом.

Начинается цикл, который повторяется до тех пор, пока в территориальной ячейке остаются особи видов-жертв и пока в ячейке остаются ненасытившиеся особи видов-хищников.

Для одной ячейки перечисляются все пары особей (ненасытившихся живых), для которых задается следующая булева функция $F(i, j)$: $F(i, j) = 1$, если особи i -го вида могут поедать особей j -го вида, и $F(i, j) = 0$ – в противном случае. Здесь i – вид первой особи пары, а j – вид второй особи пары, которая может питаться первой особью пары, а сытость $S(n, j)$ второй особи в паре (особи-хищника) не достигает граничного значения $S^*(j)$ (то есть $S(n, j) < S^*(j)$, где j – номер вида второй особи пары, а n – номер особи). Затем отыскивается множество всех тех территориальных

ячеек, в которых или вообще не живут особи, или живут только особи возраста, равного или большего, чем возраст T_v , причем координаты таких ячеек отличаются от координат особи-матери не более, чем на L_p . Из этой совокупности ячеек выбираются ячейки в количестве K_D таким образом, чтобы вероятность выбора m -й ячейки была пропорциональна уровню V_r враждебности переселяемого детеныша к особи, живущей в этой ячейке с предыдущей итерации, а именно чтобы вероятность выбора была равна:

$$\frac{K_D \times V_r(n, m)}{\sum_{i=1}^M V_r(n, i)},$$

где i - номер ячейки в нумерации только тех ячеек, координаты которых отличаются от координат особи-матери не более, чем на L_p , n - номер переселяемой особи-детеныша, M - общее число ячеек, координаты которых отличаются от координат особи-матери не более, чем на L_p .

Если сытость некоторой особи некоторого вида-хищника достигает граничного значения (то есть $S(n, j) = S^*(j)$, где j - номер вида, а n - номер особи, то считается, что эта особь больше на данной итерации не участвует в поедании оставшихся особей-жертв.

Последовательно для этой же ячейки перечисляются все пары живых особей, для которых $F(i, j) = 1$ и $S(n, j) < S^*(j)$, а затем повторяются все описанные действия, пока число пар не окажется равным нулю.

Література

1. Balzter H., Braun P.W., Kohler W. Cellular automata models for vegetation dynamics // Ecol. Modelling. 1998, № 107. - P. 13-125.
2. Bascompte J., Sole R.V. Rethinking complexity: Modelling spatiotemporal dynamics in ecology//Trends in Ecology & Evolution. 1995, V. 10, № 9, 125p.
3. Olesen JM, Bascompte J, Dupont YL, Elberling H, Rasmussen C, Jordano P. Missing and forbidden links in mutualistic networks. // Proc Biol Sci. - 2011. - Mar 7;278(1706): - P. 725-732.
4. DeAngelis D.L., Grimm V. Individual-based models in ecology after four decades // F1000Prime Rep. - 2014. - Jun 2;6:39 /P6-3.

ІНТЕРВАЛЬНІ ІТЕРАЦІЙНІ МЕТОДИ ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ РОЗВ'ЯЗКІВ СИСТЕМ НЕЛІНІЙНИХ ПРОЕКЦІЙНИХ РІВНЯНЬ З ДОМІНУЮЧОЮ ДІАГОНАЛЛЮ

Венгерський П.С., Коковська Я.В.

Львівський національний університет ім. І.Франка

p_vengersky@lnu.edu.ua

При розв'язуванні систем проекційних рівнянь слід зауважити, що матриця отриманої системи має діагональну або подібну до неї структуру. Тому важливо побудувати такі інтервальні ітераційні методи[1], які б враховували цю особливість. Такі системи отримуються при дискретизації багатьох крайових задач, а також інших проблем, які зводяться до системи нелінійних рівнянь з домінуючим впливом діагональних елементів.

Розглянемо наступну крайову задачу:

$$y'' = f(t, y), y(0) = \bar{a}, y(1) = \bar{b}.$$

Дискретизуємо її, при $\alpha = \gamma = 0, \beta = 1$ отримуємо стандартний метод скінчених різниць, при $\alpha = \gamma = 1/12, \beta = 10/12$ - метод Ерміта:

$$x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1} - h^2\{\alpha f(t_{i-1}, x_{i-1}) + \beta f(t_i, x_i) + \gamma f(t_{i+1}, x_{i+1})\} = 0, \quad 1 \leq i \leq n,$$

$$\text{де } t_i = ih, 0 \leq i \leq n+1, (n+1)h = 1, x_0 = \bar{a}, x_{n+1} = \bar{b}.$$

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix}, \quad g(x) = \begin{bmatrix} f(t_1, x_1) \\ f(t_2, x_2) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ f(t_n, x_n) \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} -\bar{a} + \alpha \cdot h^2 f(0, \bar{a}) \\ 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \\ -\bar{b} + \gamma \cdot h^2 f(1, \bar{b}) \end{bmatrix}$$

$$H = \begin{bmatrix} 2 & -1 & . & . & . & 0 \\ -1 & 2 & -1 & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & -1 & 2 & -1 \\ 0 & . & . & . & -1 & 2 \end{bmatrix}, U = \begin{bmatrix} \beta & \gamma & . & . & . & 0 \\ \alpha & \beta & \gamma & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & \alpha & \beta & \gamma \\ 0 & . & . & . & \alpha & \beta \end{bmatrix}$$

і припустивши, що $\varepsilon = h^2$, можемо записати рівняння у вигляді

$$F(x) = H \cdot x + \varepsilon U g(x) - v \quad \text{припущення} \quad \frac{\partial f}{\partial y} \geq 0 \quad \text{для } t \in (0,1)$$

випливає, що $f(x)$ задовільняє всім умовам, які накладаються на такі системи.

Література

1.Алефельд Г., Херцбергер Ю. Введение в интервальные вычисления.- М.;Мир.- 1987-356с.

ВКЛАДЕНІ СІТКИ ДЛЯ МОДЕЛІ МАСОПЕРЕНОСУ В ОБЛАСТІ ІЗ СКЛАДНОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Вергунова І.М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

vergunova@bigmir.net

Для розгляду задачі масопереносу в системі гідротехнічних валів-терас (рис. 1) застосовано вкладені сітки. Різницевий аналог двовимірної моделі в обмеженій області із складною кусково-гладкою поверхнею побудований за допомогою вкладених сіток дозволить підвищити точність визначення перерозподілу забруднювача в точках поверхні валу-тераси та поблизу неї, де відбуваються втрати точності розв'язку. Немає необхідності в поділі валу-тераси на складові, для яких окремо будуються різницеві аналоги диференціальної задачі.

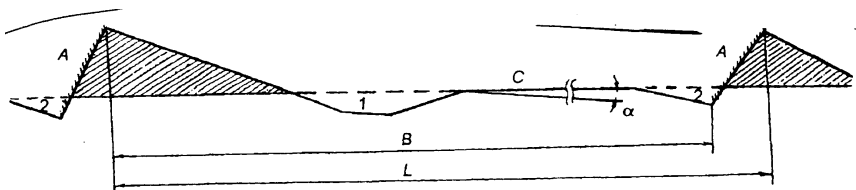


Рис. 1. Схема поперечного перерізу валу-тераси: L – відстань між осевими лініями валів; B – ширина смуги; C – міжтерасний простір; α – крутизна схилу, °; A – відкіс валу.

Уведено сіткову область Ω_h , що містить сітку $\{(x_1, x_2)\}$ з рівнобічних трикутників з кутами при основі α , $x_2 = \operatorname{tg}(\alpha)x_1 + ih$ ($i = \overline{0, n}, h = \frac{a}{n}$), $x_2 = -\operatorname{tg}(\alpha)x_1 + ih$ ($i = \overline{0, 2n}, h = \frac{a}{n}$), $x_2 = \operatorname{tg}(\alpha)\frac{ih}{2}$ ($i = \overline{0, 2n}, h = \frac{a}{n}$). Застосовуючи поділ області Ω_h на рівнобічні трикутники, з основою і бічними сторонами вдвічі меншими, отримується послідовність нерівномірних, вкладених одна в одну сіток. Після проведення тріангуляції за допомогою граничного корегування отримується нові сітка для області Ω_h . Поділ трикутників сітки відбувається, доки буде задовольнятися обмеження щодо величини основи нового трикутника. Проводиться приграничне корегування та оптимізація вузлів сітки.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ У КАТАЛІТИЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ З ПАСТКАМИ

¹Власюк А.П., ²Жуковський В.В.

¹Міжнародний економіко-гуманітарний університет ім. акад. Степана Дем'янчука, ²Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне

A.P.Vlasyuk.rv@gmail.com, zeonET@gmail.com

Математичну модель задачі вертикальної міграції радіонуклідів в насиченому пористому середовищі, що містить мікро- або наночастинки, у лінійному випадку з урахуванням локальних переходів між різними станами можна описати наступною крайовою задачею:

$$\sigma_1 \frac{\partial c_1}{\partial t} = D_1 \frac{\partial^2 c_1}{\partial x^2} - v \frac{\partial c_1}{\partial x} - \gamma_1 c_1 + \gamma_2 c_2, \quad 0 < x < l, t > 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial c_2}{\partial t} = D_2 \frac{\partial^2 c_2}{\partial x^2} + \gamma_1 c_1 - \gamma_2 c_2 + \gamma_3 c_3 - \theta \left. \frac{\partial q}{\partial r} \right|_{r=R}, \quad 0 < x < l, t > 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial c_3}{\partial t} = D_3 \frac{\partial^2 c_3}{\partial x^2} + \gamma_1 c_1 - \gamma_2 c_2 - \gamma_3 c_3, \quad 0 < x < l, t > 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} = D_0 \left(\frac{\partial^2 q}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial q}{\partial r} \right), \quad 0 < r < R, t > 0, \quad (4)$$

$$v = -k(c_1) \frac{dh}{dx} + v_c \frac{\partial c_1}{\partial x}, \quad \text{div} \vec{v} + \frac{\partial n}{\partial t} = 0, \quad 0 < x < l, t > 0, \quad (5)$$

$$q(x, r, t) \Big|_{r=R} = k_e \cdot c_2(x, t), \quad 0 < x < l, t > 0, \quad (6)$$

$$\left. \frac{\partial q(x, r, t)}{\partial r} \right|_{r=0} = 0, \quad 0 < x < l, t > 0, \quad (7)$$

$$l_1 c_1(0, t) = \tilde{C}_1^1(t), \quad l_2 c_1(l, t) = \tilde{C}_1^2(t), \quad (8)$$

$$l_3 c_2(0, t) = \tilde{C}_2^1(t), \quad l_4 c_2(l, t) = \tilde{C}_2^2(t), \quad (9)$$

$$l_5 c_3(0, t) = \tilde{C}_3^1(t), \quad l_6 c_3(l, t) = \tilde{C}_3^2(t), \quad (10)$$

$$h(0) = \tilde{H}_1, \quad h(l) = \tilde{H}_2, \quad (11)$$

$$c_1(x, 0) = \tilde{C}_1^0(x), \quad c_2(x, 0) = \tilde{C}_2^0(x), \quad (12)$$

$$c_3(x, 0) = \tilde{C}_3^0(x), \quad q(x, r, 0) = \tilde{Q}^0(x, r). \quad (13)$$

Тут: $c_1(x, t)$, D_1 – концентрація та коефіцієнт конвективної дифузії радіонуклідів, що знаходяться у фільтраційному потоці; $c_2(x, t)$, D_2 – концентрація та коефіцієнт молекулярної дифузії радіонуклідів, що знаходяться у воді, яка зв'язана зі скелетом ґрунту; $c_3(x, t)$, D_3 – концентрація та коефіцієнт дифузії радіонуклідів, що знаходяться у об'ємі скелету ґрунту; q , D_0 – концентрація та коефіцієнт дифузії радіонуклідів у частинках радіусу R , що знаходяться у скелеті ґрунту; k_e – коефіцієнт впливу внутрішньочастинкового масопереносу на масоперенос в скелеті ґрунту; v – швидкість фільтрації; k – коефіцієнт фільтрації води з мігрантами; $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ – коефіцієнти масообміну; σ_1 – пористість ґрунту; x – вертикальна координата, напрямлена вертикально вниз, $l_i, i = \overline{1, 6}$ – диференціальні оператори, що задають граничні умови відповідно при $x = 0$ та $x = l$; t – час.

Рівняння (1) описує процес міграції радіонуклідів з концентрацією c_1 шляхом конвективної дифузії у фільтраційному потоці (конвективно рухомому поровому розчині); (2) описує процес міграції радіонуклідів, що знаходяться у зв'язаній зі скелетом ґрунту воді; (3) описує процес міграції у скелеті ґрунту (радіонукліди майже не дифундують, знаходяться у «пастках»); (4) описує внутрішньо-частинковий масоперенос радіонуклідів мікро- або наночастинками (цеоліти, нетрадиційні добрива) з поточною концентрацією q , що зв'язана із концентрацією c_2 умовою (6); (5) описує фільтрацію в каталітичному пористому середовищі. Крайові умови для концентрацій $c_1(x,t)$, $c_2(x,t)$, $q(x,r,t)$ та напору $h(x)$ мають вигляд (7)-(13).

Знайдено чисельний розв'язок поставленої крайової задачі. Реалізовано програмний комплекс для чисельних обчислень. Проведено ряд експериментів та здійснено аналіз отриманих результатів. Показано вплив мікро- та наночастинок на швидкість міграції радіонуклідів. Це дає можливість робити оцінку щодо ефективності використання очищуючих частинок та прогнозувати ступінь забруднення пористих середовищ у зоні повного насичення і їх подальше використання.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛО-МАСОПЕРЕНЕСЕННЯ ТА СИЛ ЗВ'ЯЗНОСТІ НА ДЕФОРМАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ҐРУНТОВОГО МАСИВУ В ТРИВИМІРНОМУ ВИПАДКУ

А.П. Власюк¹, Н.А. Жуковська²

¹Міжнародний економіко-гуманітарний університет ім. акад. Степана Дем'янчука, м. Рівне, ²Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

A.P.Vlasyuk.rv@gmail.com, N.A.Zhukovska@gmail.com

Проведено чисельне моделювання впливу тепло-масоперенесення та сил зв'язності на деформаційні процеси ґрунтового масиву, що має форму прямокутного паралелепіпеда в області Ω .

Математичну модель тривимірної задачі в загальноприйнятих позначеннях можна описати наступною крайовою задачею [1-2]:

$$\begin{aligned}
& \mu(c, T) \Delta U + (\lambda(c, T) + \mu(c, T)) \frac{\partial \varepsilon_\theta}{\partial x} + \frac{\partial \lambda(c, T)}{\partial x} \varepsilon_\theta + \\
& + 2 \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial x} \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial y} \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) + \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial z} \left(\frac{\partial U}{\partial z} + \frac{\partial W}{\partial x} \right) - \\
& - \left(\left(3 \frac{\partial \lambda(c, T)}{\partial x} + 2 \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial x} \right) T + (3\lambda(c, T) + 2\mu(c, T)) \frac{\partial T}{\partial x} \right) \alpha_T + X = 0, \\
& \mu(c, T) \Delta V + (\lambda(c, T) + \mu(c, T)) \frac{\partial \varepsilon_\theta}{\partial y} + \frac{\partial \lambda(c, T)}{\partial y} \varepsilon_\theta + \\
& + 2 \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial y} \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial x} \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) + \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial z} \left(\frac{\partial V}{\partial z} + \frac{\partial W}{\partial y} \right) - \\
& - \left(\left(3 \frac{\partial \lambda(c, T)}{\partial y} + 2 \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial y} \right) T + (3\lambda(c, T) + 2\mu(c, T)) \frac{\partial T}{\partial y} \right) \alpha_T + Y = 0, \\
& \mu(c, T) \Delta W + (\lambda(c, T) + \mu(c, T)) \frac{\partial \varepsilon_\theta}{\partial z} + \frac{\partial \lambda(c, T)}{\partial z} \varepsilon_\theta + \\
& + 2 \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial z} \frac{\partial W}{\partial z} + \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial x} \left(\frac{\partial U}{\partial z} + \frac{\partial W}{\partial x} \right) + \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial y} \left(\frac{\partial V}{\partial z} + \frac{\partial W}{\partial y} \right) - \\
& - \left(\left(3 \frac{\partial \lambda(c, T)}{\partial z} + 2 \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial z} \right) T + (3\lambda(c, T) + 2\mu(c, T)) \frac{\partial T}{\partial z} \right) \alpha_T + Z = 0, \quad X \in \Omega,
\end{aligned} \tag{1}$$

де компоненти масової сили обчислюються за формулами

$$X = \frac{dp_1}{dx} + f_1(c), \quad Y = \frac{dp_2}{dy} + f_2(c), \quad Z = \gamma_{3e} + \frac{dp_3}{dy} + f_3(c), \quad X \in \Omega, \tag{2}$$

$$\nabla \cdot (D(c, T) \nabla c) - v \nabla c - \gamma(c - C_m) + \nabla \cdot (D_T \nabla T) = n_p \frac{\partial c}{\partial t}, \quad X \in \Omega, \quad t > 0, \tag{3}$$

$$\nabla \cdot (\lambda_T \nabla T) - \rho c_p v \nabla T = c_T \frac{\partial T}{\partial t}, \quad X \in \Omega, \quad t > 0, \tag{4}$$

$$v = -K(c, T) \nabla h + v_c \nabla c + v_T \nabla T, \quad \text{div } v + \frac{\partial n_p}{\partial t} = 0, \quad X \in \Omega, \quad t > 0, \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
& \varepsilon_x = \frac{\partial U}{\partial x}, \quad \varepsilon_y = \frac{\partial V}{\partial y}, \quad \varepsilon_z = \frac{\partial W}{\partial z}, \\
& \varepsilon_{xy} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right), \quad \varepsilon_{xz} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial U}{\partial z} + \frac{\partial W}{\partial x} \right), \quad \varepsilon_{yz} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial V}{\partial z} + \frac{\partial W}{\partial y} \right), \quad X \in \Omega,
\end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \lambda(c, T)\varepsilon_\theta + 2\mu(c, T)\varepsilon_x - (3\lambda(c, T) + 2\mu(c, T))\alpha_T \bar{T}, \\ \sigma_y &= \lambda(c, T)\varepsilon_\theta + 2\mu(c, T)\varepsilon_y - (3\lambda(c, T) + 2\mu(c, T))\alpha_T \bar{T}, \\ \sigma_z &= \lambda(c, T)\varepsilon_\theta + 2\mu(c, T)\varepsilon_z - (3\lambda(c, T) + 2\mu(c, T))\alpha_T \bar{T}, \\ \tau_{xy} &= 2\mu(c, T)\varepsilon_{xy}, \quad \tau_{xz} = 2\mu(c, T)\varepsilon_{xz}, \quad \tau_{yz} = 2\mu(c, T)\varepsilon_{yz}, \quad X \in \Omega \quad (8)\end{aligned}$$

з відповідними крайовими умовами для зміщень, напружень концентрації сольового розчину, температури та напору.

Тут: $f_1(c)$, $f_2(c)$, $f_3(c)$ – функції, що виражають вплив щільності ґрунту на його деформаційні процеси за рахунок сил зв’язності.

Отримано чисельний розв’язок крайової задачі (1)-(8). Знайдено компоненти вектор функції-зміщень, нормальних та дотичних напружень та деформацій, а також розподіл напору, концентрації сольового розчину та температури в повністю водонасиченому ґрунтовому масиві. Показано, що тепло-масоперенесення та наявність сил зв’язності значно змінюють картину напружено-деформованого стану ґрунтового масиву.

Література

1. Сергиенко И.В. Математическое моделирование и исследование процессов в неоднородных средах / И.В. Сергиенко, В.В. Скопецкий, В.С. Дейнека. – К.: Наукова думка, 1991. – 432 с.
2. Власюк А.П. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния основания грунтовой плотины со свободной поверхностью под влиянием тепло- и массопереноса в двумерном случае / А.П. Власюк, Н.А. Жуковская // Инженерно-физический журнал. - 2015., Т. 88, № 2. , С. 324-335.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЦІНИ ОПЦІОНУ

Волощук С.Д., Ігнатова Ю.В.

ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»

sr.voloshchuk@gmail.com, u1@ukr.net

Опціони, як похідні цінні папери від різних фінансових активів, відіграють важливу роль у фінансовій діяльності підприємств. Вони дають право придбати (для колл опціону) або продати (для пут опціону) базовий для опціону фінансовий актив по визначеній на момент придбання (продажу) опціону ціні. В [1] на основі стохастичного диференціального рівняння Блека-Шоулса запропоновано модель динаміки ціни опціону на нескінченному

часовому проміжку і нескінченному проміжку цін базового фінансового активу.

Розглянемо модель Блека-Шоулса на скінченному проміжку $[X_1, X_2]$ цін базового активу та скінченному часовому проміжку $[0, t^*]$, де t^* – час купівлі базового фінансового активу (для колл опціону). Нижню межу $X_1 > 0$ проміжку цін акцій виберемо на стільки низькою, щоб не було сенсу купувати опціон, тобто щоб його ціна при ціні акції X_1 була рівна нулю у будь-який момент часу. Тоді функцію ціни опціону будемо шукати як розв’язок наступної задачі:

$$\frac{\partial w(x,t)}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 x^2 \frac{\partial^2 w(x,t)}{\partial x^2} + rx \frac{\partial w(x,t)}{\partial x} - rw(x,t) = 0, \quad x \in [X_1, X_2], \quad t \in [0, t^*]$$

,

$$w(x,t)|_{t=t^*} = 0, \quad x \in [X_1, x^*], \quad w(x,t)|_{t=t^*} = x - x^*, \quad x \in [x^*, X_2],$$

$$w(x,t)|_{x=X_1} = 0,$$

де x^* – погоджена згідно опціону ціна базового активу, σ – волатильність, а r – безризикова процентна ставка. Поставлену задачу розв’яжемо наближено. Для цього, проведемо заміну

$$w(x,t) = e^{rt} v(x,t); \quad z = \ln(x) + Ct, \quad \tau = t^* - t, \quad C = -r + \sigma^2 / 2.$$

Тоді рівняння Блека-Шоулса зведеться до однорідного параболічного рівняння. Використавши його фундаментальний розв’язок та слідуючи методиці, запропонованій в [2], функцію $w(x,t)$ побудуємо так, що вона точно задовольнятиме рівняння моделі, а додаткові умови будуть виконуватись в середньоквадратичному сенсі.

Література

1. Ерофеев В.Т. Уравнения с частными производными и математические модели в экономике: курс лекций / В.Т. Ерофеев, И.С. Козловская. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 248 с.
2. Стоян В.А. Математичне моделювання лінійних, квазілінійних і нелінійних динамічних систем: монографія /В.А. Стоян. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2011. – 320 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОСТОРОВИХ КВАНТИЛІВ В КЛАСИФІКАТОРАХ МАКСИМАЛЬНОЇ ГЛИБИНИ

Галкін О.А.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

galkin.o.a@gmail.com

Доповідь присвячена дослідженню непараметричних класифікаторів максимальної глибини на основі просторових квантилів. Функція просторової глибини від елементу даних z відносно розподілу Φ визначається таким чином:

$$\Delta^{\Phi}(\Phi, z) = 1 - \left\| \Omega_{\Phi} \{ (z - Z) / \|z - Z\| \} \right\|, \quad (1)$$

де $Z \approx \Phi$. Величина $\Omega_{\Phi} \{ (z - Z) / \|z - Z\| \}$ однозначно визначає функцію розподілу $\Phi(Z)$ та є неперервним та монотонним перетворенням на R^r для всіх Φ при $r \geq 2$. У випадку, коли елемент даних z знаходиться на малій відстані від центру розподілу, $\Omega_{\Phi} \{ (z - Z) / \|z - Z\| \}$ буде знаходитися дуже близько до нуля, тому $\Delta^{\Phi}(\Phi, z)$ досягає 1, що є його максимальним значенням.

Вибіркові форми функцій глибини були отримані шляхом заміни Φ на емпіричну функцію розподілу Φ_m , що встановлює масу $1/m$ на кожен з m елементів даних в r -вимірному просторі.

Замість $E(\Phi_l, z)$ та $E(\Phi_m, z)$, було використано $E(l, z)$ та $E_m(l, z)$, відповідно для позначення теоретичної та емпіричної функції глибини від z в l -й множині даних.

Припускаючи, що всі розподіли множин даних мають щільності, що є неперервними та додатніми в r -вимірному просторі, класифікатори максимальної глибини можуть бути визначені таким чином:

$$\mathfrak{Z}_E(z) = \arg \max_l E_m(l, z), \quad (2)$$

де $E_m(l, z)$ є емпіричною функцією глибини від елементу z в l -й множині даних, а m_l - кількістю елементів даних у вибірці.

Зауважимо, що коли всі апріорні ймовірності конкуруючих класів є рівними, різні поняття глибини можуть бути використані для розробки класифікаторів максимальної глибини.

ОДНОВИМІРНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КОНСОЛІДАЦІЇ ТА КОНТАКТНОЇ СУФОЗІЇ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННИХ ФАКТОРІВ

Герус В. А., Мартинюк П. М.

Національний університет водного господарства та
природокористування (НУВГП), м. Рівне
v.a.gerus@nuwm.edu.ua , martinjuk@ukr.net

Досліджено взаємозв'язані процеси фільтраційної консолідації та багатофракційної контактної суфозії ґрунтів в умовах впливу теплосолеперенесення. Піонерські праці з урахування впливів техногенних факторів на процеси консолідації ґрунтів пов'язані з А. П. Власюком, О. В. Жеребятьєвим, В. М. Булавацьким, В. В. Скопецьким. Математична модель вищевказаних процесів [1], з використанням модифікованого рівняння фільтраційної консолідації [2], описується нелінійною крайовою задачею для системи диференціальних рівнянь параболічного типу в областях з рухомими межами. Відповідну нелінійну крайову задачу в одновимірному випадку чисельно розв'язано методом скінченних елементів із застосуванням розривних базисних функцій (ґрунтуючись на роботах І. В. Сергієнка, В. В. Скопецького та В. С. Дейнеки).

Засобами чисельного експерименту встановлено, що суфозійні процеси мало впливають на розподіл надлишкових напорів в ґрунті (зміни складають від 5% до 10%). Однак, просідання поверхні ґрунту в результаті розвитку явищ контактної суфозії складають 85% від загальних просідань на випадок ущільнення масиву ґрунту. Такими впливами в будівництві цивільних, промислових та гідротехнічних споруд нехтувати не можна.

Література

1. Мартинюк П. М. Математична модель фільтраційної консолідації ґрунтів з урахуванням багатофракційної суфозії / П. М. Мартинюк, О. В. Гошко // Вісник Київського ун-ту. Сер. фіз.-матем. науки. – 2013.– Вип. 4.–С.136–141.
2. Мартинюк П. М. Про узагальнення рівняння фільтраційної консолідації ґрунтів / П. М. Мартинюк, В. А. Герус // Труды XVII Международного симпозиума «Методы дискретных особенностей в задачах математической физики» (МДОЗМФ-2015). - Харьков-Сумы, 2015. – С. 161-164.

ДИНАМІКА ДОБРОБУТУ ПРИ ІМПОРТНОМУ ТАРИФІ

Горбачук В.М.

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

GorbachukVasyl@netscape.net

Функція соціального добробуту при торгівлі визначається

$$W[p, q, L + \tau p^* x + qy - C(y)] = L - pD + \tau p^* x + qy - C(y),$$

де p^* – світова ціна продукту, τ – оціночний імпорتنний тариф, $p = p^*(1 + \tau)$ – імпортна ціна, q – ціна вітчизняного виробника, y – (фізичний) обсяг вітчизняного виробництва, x – обсяг імпорту, $C(y)$ – вітчизняні витрати виробництва, $D = x + y$, L – дана пропозиція праці чи загальний доход економіки. Тоді

$$\begin{aligned} \frac{dW}{d\tau} = & -D \frac{dp}{d\tau} + p^* x + \tau \left(x \frac{dp^*}{d\tau} + p^* \frac{dx}{d\tau} \right) + q \frac{dy}{d\tau} + y \frac{dq}{d\tau} - \\ & - \frac{dC(y)}{dy} \frac{dy}{d\tau} = p^* \tau \frac{dx}{d\tau} + \left[q - \frac{dC(y)}{dy} \right] \frac{dy}{d\tau} - x \frac{dp^*}{d\tau}, \end{aligned}$$

де враховано $\frac{dp}{d\tau} = \frac{dq}{d\tau}$ і цінову конкуренцію Бертрана [1].

Значення $-x \frac{dp^*}{d\tau}$ додатне для зростаючих еластичностей $\eta\left(\frac{q}{p}\right)$ та

$\eta^*\left(\frac{p}{q}\right)$ імпорту та вітчизняного виробництва відповідно. $\frac{dy}{d\tau} > 0$ при

невеликому збільшенні q при $1 > \frac{\eta - 1}{\eta} > \frac{p}{q} \frac{dq}{dp}$. Якщо функція

$y(p, q, L)$ однорідна степені 0, а еластичність попиту y за доходом

рівна 1, то y зростає при збільшенні q для $0 < \frac{q}{p} \frac{d\eta}{\eta d(p^{-1}q)} < (\eta - 1)^2$.

Література

1. Горбачук В. М. Методи індустріальної організації. Кейси та вправи. Економіка та організація виробництва. Економічна кібернетика. Економіка підприємства. – К.: А.С.К., 2010. – 242 с.

АСИМПТОТИЧНА ПОВЕДІНКА СТРИБКОВОЇ ПРОЦЕДУРИ СТОХАСТИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ В СХЕМІ ДИФУЗІЙНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ

Горун П. П.¹, Чабанюк Я. М.²

¹Національний університет «Львівська Політехніка»,

²Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
pavlo.gorun@gmail.com

Стрибкова процедура стохастичної оптимізації (ПСО) у схемі дифузійної апроксимації в марковському середовищі із сингулярним збуренням функції регресії задається співвідношенням (покладемо $\sum_{n=0}^{-1} a_n^\varepsilon \nabla_b C(u_n^\varepsilon; x_n^\varepsilon) = 0$) [1]:

$$u^\varepsilon(t) = u + \sum_{n=0}^{v(t/\varepsilon^{1/\gamma})-1} a_n^\varepsilon C^\varepsilon(u_n^\varepsilon; x_n^\varepsilon), \quad u^\varepsilon(0) = u, t \geq 0, \quad (1)$$

де γ – показник нормування часу, v – лічильний процес моментів відновлення марковського процесу (МП).

Для узагальнення результатів розглянуто керуючі функції $a(t) = a/t^\alpha, a > 0, b(t) = b/t^\beta, b > 0$, де α, β такі, що забезпечують умови збіжності ПСО (1) (див. [2, Теорема 1]):

$$\sum_{t=0}^{\infty} a(t) = \infty, \sum_{t=0}^{\infty} a^2(t) < \infty, \sum_{t=0}^{\infty} a(t)b(t) < \infty.$$

В ПСО (1) мають місце вкладеності: $u_n^\varepsilon = u(\tau_n^\varepsilon), x_n^\varepsilon = x(\tau_n^\varepsilon), a_n^\varepsilon = a(\tau_n^\varepsilon), \tau_n^\varepsilon = \tau_n / \varepsilon^{1/\gamma}, n \geq 0$, де τ_n моменти марковського відновлення рівномірно ергодичного МП $x(t), t \geq 0$ в стандартному фазовому просторі (X, χ) .

Функція $C^\varepsilon(u; x) = \nabla_b C(u; x) + \varepsilon^{-c_0} C_0(u; x), c_0 > 0, u \in R, x \in X$ задовільняє умови існування глобального розв'язку супроводжуючих систем: $du_x(t)/dt = C^\varepsilon(u_x(t); x), x \in X$.

Для функції регресії $C(u; x)$ та збурення $C_0(u; x)$ виконуються умови балансу $\tilde{\Pi} C_0(0; x) = 0$ та $\tilde{\Pi} C_0'(0; x) = 0$ відповідно, де $\tilde{\Pi}$ – проектор, що визначається стаціонарним розподілом вкладеного

ланцюга Маркова (ВЛМ) $x_n, n \geq 0$, тобто $\tilde{\Pi}\phi(x) = \int_x \rho(dx)\phi(x)$.

Для функції регресії $C(u; \cdot) \in C^4(R)$ має місце представлення:
 $\nabla_b C(u; x) = (C(u + b; x) - C(u - b; x)) / 2b$, де $u = u(t), b = b(t)$ (для збурення $C_0(u; x) \in C^4(R)$ - аналогічно). Нормовані флуктуації ПСО (1) розглядаються у вигляді:

$$v^\varepsilon(t) = \frac{t^\gamma}{\varepsilon} \tilde{u}^\varepsilon(t), \tilde{u}^\varepsilon(t) = \frac{\varepsilon}{t^\gamma} v^\varepsilon(t), \tilde{u}^\varepsilon(t) = u_0 + \sum_{n=0}^{v(t/\varepsilon^{1/\gamma})-1} a_n^\varepsilon \nabla_b C(u_n^\varepsilon; x_n^\varepsilon).$$

Для зручності введемо позначення:

$$\rho^2 = 2 \int_x \pi(dx) q(x) C_0(x) R_0 q(x) C_0(x) - q \int_x \rho(dx) C_0^2(x);$$

$$d_1 = -q \int_x \rho(dx) C''(0; x); d_2 = -q \int_x \rho(dx) C_0''(0; x); k = a d_1 - \gamma.$$

Теорема. При виконанні умов збіжності ПСО (1), а також при додаткових умовах: A1: $\rho^2 > 0$; A2: $d_1 > 0, d_2 > 0$; A3: $k > 0$ має місце слабка подвійна збіжність процесів:
 $(v^\varepsilon(t) \Rightarrow \zeta(t), C_0^\varepsilon(t) \Rightarrow \sigma(t)w(t), \varepsilon \rightarrow 0)$, де $\sigma^2(t) = (a^2 \rho^2 q^2) / t^2$ в кожному скінченному інтервалі $0 < t_0 < t < T < \infty$. Двокомпонентний граничний процес $(\zeta(t), \sigma(t)w(t), t > 0)$ є гетерогенним в часі дифузійним процесом.

Література

1. Горун П.П. Генератор стрибкової процедури оптимізації в марковському середовищі / Горун П.П., Чабанюк Я.М., Кукурба В.Р. //XVI International Conference "Problems of decision making under uncertainties" (PDMU-2010, October 4-8, 2010). К.: Освіта України. – С. 54.
2. Чабанюк Я.М. Збіжність дискретної процедури стохастичної оптимізації в схемі дифузійної апроксимації / Я.М. Чабанюк, П.П. Горун //Збірник наукових праць інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України та Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Фізико-математичні науки, 2012. – №6.– С.234–248.
3. Korolyuk V. Stochastic Systems in Merging Phase Space /Korolyuk V., Limnios N. – World Scientific Publishing, 2005. – 330 p.

ВЛАСТИВОСТІ ГЕНЕРАТОРА ДИСКРЕТНОГО ПРИХОВАНОГО МАРКОВСЬКОГО ПРОЦЕСУ

Гошко Л. В.¹, Семенюк С.А.², Чабанюк Я. М.³

¹Національний університет “Львівська політехніка”

²Інститут інформаційних технологій “Інтелліас”

³Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
semenyuk@gmail.com

Нехай прихований марковський процес (ПМП) задано у вигляді двокомпонентного процесу $z_t = (x_t, y_t)$ [1]. Де процес станів $x_t, t \geq 0$ задається рівномірно ергодичним марковським процесом у фазовому просторі $(X, \mathfrak{N})$ зі стаціонарним розподілом $\pi(B), B \in \mathfrak{N}$ та генератором [2]:

$$Q\phi(x) = q(x) \int_X P(x, dy) [\phi(y) - \phi(x)], \quad \phi \in \mathbf{B}(X) .$$

Можна показати [3], що процес z_t є рівномірно ергодичним стаціонарним процесом Маркова.

Лема 1: Генератор процесу z_t є зведено оборотним.

Встановлюється вигляд потенціального оператора для генератора L [1] та проектора на підпростір нулів генератора.

Одержаний результат дозволяє застосовувати ПМП при розв’язуванні задач сингулярного збурення.

Література

1. Semenyuk S.A, Chabanyuk Ya.M., Himka U.T. Infinitesimal generator for the discrete hidden markov model. Proceeding of the International Conference "Probability, Reliability and Stochastic Optimization" (PRESTO-2015), 2015, С. 63.
2. Koroliuk V. S., Limnios N. Stochastic Systems in Merging Phase Space. World Scientific, 2005.
3. Leroux, B.G. Maximum-likelihood estimation for hidden Markov models. Stochastic Processes and their Applications, 40, 1992, С 127-143.

ПОБУДОВА ШВИДКОДІЮЧИХ АЛГОРИТМІВ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ПРОЦЕСІВ КІНЕТИКИ АДСОРБЦІЇ

Грищенко О.Ю. , Загородня Г.О., Федорова В.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ogryshchenko@ukr.net, anja145@ukr.net, vfedoroff@i.ua

Велика кількість моделей фізичних та технічних процесів базуються на системах лінійних та нелінійних диференціальних рівнянь в частинних похідних. До таких відноситься і задача кінетики адсорбції [1]. Універсальним методом розв'язування таких задач є метод скінченних різниць. Він дозволяє звести задачу в частинних похідних до розв'язування системи алгебраїчних рівнянь. Проте вимога високої точності розв'язку призводить до великої розмірності системи. Це є особливо обтяжливим у випадку нелінійних систем.

В роботі запропоновано чисельні алгоритми, побудовані на основі методу дробових кроків та методу змінних напрямків, які дозволяють трансформувати повну систему в послідовність систем з трьохдіагональними матрицями [2,3]. Це дозволяє значно прискорити процес чисельного моделювання завдяки зменшенню кількості обчислювальних операцій та можливості використання сучасних багатопроцесорних комп'ютерних комплексів.

Запропоновані алгоритми розроблено з урахуванням основних принципів розпаралелювання [4]. Вони застосовані в процесі моделювання тривимірних схем кінетики адсорбції.

Для конкретних моделей протікання вказаного процесу обґрунтовані основні властивості різницевих схем: апроксимація, стійкість та збіжність. Проведено тестування алгоритмів, зроблено аналіз обчислювальних похибок.

Література

1. Тимофеев Д. П. Кинетика адсорбции./ Тимофеев Д. П. –Москва «Наука». 1962.– 252с.
2. Самарский А. А. Введение в теорию разностных схем./ Самарский А. А. – Москва «Наука». 1971.–434с.
3. Марчук Г. И. Методы расщепления./ Марчук Г. И. – Москва «Наука». 1988.–298с.
4. Уильямс Энтони. Параллельное программирование на C++ в действии. Москва «ДМК Пресс». 2012.-672с.

РЕАЛИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Дидманидзе И., Беридзе З., Накашидзе Г., Цицкишвили Г.

**Батумский Государственный Университет Шота Руставели, Грузия
ibraimd@mail.ru**

В большинстве случаев, беспроводная сеть - это расширение любой существующей проводной сети. В этом случае, сотрудники отдела продаж выполняют задачи таким образом, что они сами могут выбирать подходящее место для выполнения работы и не стоять на месте, где он имеет доступ к проводной сети. Например, менеджеры по продажам в складах могут использовать беспроводное портативное устройство для сканирования выгружаемого товара из грузовика, вместо цифр, переносимых в персональный компьютер, который стоит в определенном месте, вдали от склада. Конечно, такой подход является более эффективным.

Одной из главных причин проведения беспроводной сети, является одновременное использование на одном канале скоростного интернета. Например, сотрудники офиса или члены семьи могут использовать все сконфигурированные сетевые подключение к скоростному интернету, кабельному модему или цифровой абонентской линии. Такая практика принята и экономит средства. При этом, в большинстве случаев возможно подключение к интернету, несмотря на то в каком месте офиса или дома находится пользователь.

Для автоматизированной системы безопасности строим алгоритмы и описываем отдельные алгоритмические блоки в соответствии с их функциональными требованиями.

В соответствии с комбинированным алгоритмом шифрования символов происходит шифрование изображений введенных пользователем их распознавание и соответственно формирование баз данных

На начальном этапе работы алгоритма происходит определение, внес ли пользователь информацию. На первом этапе внесенный пользователем пароль заносится в специальный массив, где определено начало и конец слова. Также происходит разбиение на символы и определение индекса для каждого символа.

Затем происходит разбиение слов на отдельные символы и определение индекса для каждого из них, в результате получается слово, состоящее из объединения символов, в котором для каждого символа определен свой индекс. Из полученных и дополнительных

символов получается «усложненное» слово (пароль), к которому добавляется значения текущей даты и времени, затем полученный результат разбивается на составные части согласно параметрам установленным в системе. Зашифрованная таким образом информация передаётся на сервер по группам.

В работе представлены соответствующие алгоритмы реализации автоматизированной системы поддержки безопасности беспроводных сетей.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ

¹Дидманидзе И., ²Дидманидзе Д.

¹Батумский государственный университет Шота Руставели, Грузия

²Телавский государственный университет имени Якоб Гогешабили

ibraimd@mail.ru

При подготовке специалистов обучения на компьютерных тренажерах и анализ целевых экспериментов получает возможность приобрести ему навыки ориентировочного рефлекса. Кроме того, на компьютерных тренажерах мы можем четко продемонстрировать физическую суть и явления процессов, происходящих на объекте или на технической установке; их отношения друг к другу и, даже такие мелочи, которым, к сожалению, не всегда придают должного значения в практике, которые могут быть серьезной угрозой для процесса управления объектом.

Компьютерные тренажеры могут оказать большую помощь при анализе возможных несчастных случаев технического оборудования и планировании соответствующих профилактических мер. Очевидно, что это возможно при экстренном изучении посредством статистических данных и компьютерным моделированием чрезвычайных ситуаций объекта или управления техническим оборудованием. Все это должно быть в процессе подготовки специалистов в высших учебных заведениях, которые должны быть поддержаны учебной программой. Учебная программа должна включать использование наглядных пособий в видео обучении в образовательном процессе, который является объектом текущей модели и моделировать технологические процессы, которые также принадлежат к объекту практики специалиста в будущем.

Ситуация не соответствует текущим потребностям рынка для компьютерных тренажеров. В основном наблюдается рассмотрение тестирования, электронных сетей и технического оборудования,

которые не имеют ничего общего с динамическими технологическими процессами и являются статическими моделями. Что касается тренажеров изучения текущих технологических процессов технического объекта, они по-прежнему представлены в незначительной форме.

Прежде всего, отметим, что качественное обучение студентов, постоянная готовность работы технических средств для эффективного управления технологическими процессами, возможны путем проблемного обучения при помощи электронных тренажеров.

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

¹Дидманидзе Ибраим, ²Москобили Иа

¹Батумский Государственный Университет Шота Руставели,

²Батумская Государственная Морская Академия

ibraimd@mail.ru

Конкретные гипотезы, характеризующие связь, взаимозависимости и закономерности дают возможность использовать существенно отличающиеся различные методы прогнозирования. Рассмотрим несколько методов.

Метод экспертной оценки – древнейший метод, но он пережил значительные изменения и на сегодняшний день представлен в форме современных информационных технологий оснащенных инструментальными средствами. Слово «эксперт» латинского происхождения и означает «опытный». В прогнозировании эксперт означает приглашенное лицо, которое имеет знание и опыт о прогнозируемом объекте.

История развития человечества утверждает, что всем большим научно-техническим и технологическим открытиям предшествовали предусмотренные и прогнозирование. Развитие науки, накопление знаний, постепенно или сразу вызывало революционные сдвиги в технике и в технологии.

Суть метода экстраполяции заключается в распространении и переносе в будущий период развития прошедшей закономерности прогнозируемого объекта. В его основе лежит принцип стабильности тенденций. В использовании методов экстраполяции, большое значение имеет точность и соответствие основанной информации.

Методы экспертной оценки (эвристические) – значительное научное достижение. Представление и воображение перспективной траектории научно-технического развития могут учение и

специалисты с большим знанием и опытом. Именно эта идеология лежит в основе использования методов экспертной оценки прогнозирования. В использовании указанного метода главное интуиция эксперта, его способность спрогнозировать на основе достигнутых знаний и информации ожидаемые тенденции научно-технологического развития.

Методы моделирования особенно значительны. Моделирование - адекватное использование событий и процессов, целью которого является определение и формализация поведения и особенности исследуемого объекта.

На сегодняшний день из методов моделирования прогнозирования предпочитают логическое, математическое и информационное моделирование.

ПРОБЛЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

¹Дидманидзе И., ¹Тхилаишвили Р., ¹Шарашидзе Г., ²Фомина Т.

¹Батумский Государственный Университет Шота Руставели, Грузия

²Донецкий Национальный Университет экономики и торговли им.

М.Туган-Барановского

ibraimd@mail.ru

Потребности в комплексной механизации и автоматизации производства, создании роботов, в широких масштабах решать задачи технической и медицинской диагностики, метеорологического прогноза, формализованной оценки общественных, экономических и социологических явлений и процессов, в определении наиболее вероятных направлений их трансформации предопределили значительные усилия научной и инженерной мысли, направленные на решение теоретических и прикладных вопросов проблемы распознавания. Чтобы в полном объеме оценить все значение этой проблемы, достаточно сказать, что создание искусственного интеллекта - это, по-видимому, построение распознающих систем, приближающихся по своим возможностям к возможностям человека в решении задач распознавания.

Существует множество определений понятия «распознавания образов», в общем случае данный термин можно охарактеризовать как задачу классификации (категоризации), т.е. соотнесение некоторого объекта к определенному классу, на основе сведений об этом объекте.

Автоматизированная классификация (распознавание) является важной задачей для широкого спектра дисциплин, таких как:

медицина, біологія, машинне зрение, штучний інтелект, дистанційний збір даних і т.д.

Наприклад: Приведемо постановку задачі розпізнавання образів. Дано множество M об'єктів, відносно яких проводиться класифікація. Відомо, що множество M представлено в вигляді сумми підмножин $K_1, K_2, \dots, K_N$, названих звичайно класами.

Визначено інформація I про класи $K_1, K_2, \dots, K_N$, описання множини M і описання $I(S)$ об'єкта S , про який невідомо – до якого з класів $K_1, K_2, \dots, K_N$, він належить. Потрібно за інформацією I , описанню $I(S)$ встановити для кожного j значення властивості $j = 1, 2, \dots, N$.

Найпростіший і найлегший спосіб розпізнавання образів, заснований на *сравненні* з шаблоном. Сопоставлення є основною операцією в розпізнаванні образів, використовуваною для виявлення збігів між двома об'єктами одного типу.

НАДІЙНІ СКІНЧЕННІ ЕЛЕМЕНТНІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ

Іван Дияк, Ярема Савула

Львівський національний університет імені Івана Франка

dyyak@franko.lviv.ua

Проблеми нестационарної теплопровідності, перенесення субстанції, динамічних процесів, контактних задач і задач лінійного та нелінійного деформування розглядаються в роботі з точки зору застосувань і реалізацій. Методи скінчених і граничних елементів, їх поєднання на основі методів декомпозиції області покладені в основу запропонованих алгоритмів. Наукові та інженерні розрахунки стають все складнішими, тому що у них бажано досягнути точніших розв'язків реальних моделей складних явищ. Побудова та реалізація адаптивних підходів є одним із способів досягнення цієї мети. Ними запропоновано h -адаптивний підхід розв'язання задач теорії пружності, що базується на різних порядках точності отриманих з використанням схем МСЕ та ПМГЕ на основі мортарних апроксимацій для побудови неконформних дискретизацій. Отримані теоретичні оцінки та одержані чисельні результати тестових і практично важливих інженерних задач, які підтверджують ефективність запропонованого підходу.

Методи декомпозиції області дозволяють будувати гетерогенні числові апроксимації обрані з точки зору оптимальності у різних

частинах дослідження проблемної області. Побудовані схеми дослідження композитних матеріалів на основі нелінійних моделей пружно пластичного деформування та контактної взаємодії пружних тіл [1] допускають ефективну паралельну реалізацію на сучасних кластерних системах.

Література

1. Dyyak I. I. Domain Decomposition Methods for Problems of Unilateral Contact Between Elastic Bodies with Nonlinear Winkler Covers/I. I. Dyyak, I. I. Prokopyshyn, R.M. Martynyak, I. A. Prokopyshyn //Domain Decomposition Methods in Science and Engineering XXI. Ed. J. Erhel, M. J. Gander and oth. Springer Int. Publ. Switzerland.– 2014.–PP.739-748.

ОБ УПРАВЛЕНИИ АЭРОДИНАМИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ В ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.

Довгий С.А., Лебедь А.Г., Черний Д.И.

Институт телекоммуникаций и глобального информационного
пространства НАНУ

Киевский национальный университет им. Т.Г.Шевченко, Украина

Представлены результаты моделирования ветроротора с управляемым изменением ориентации лопастей. Выявленные нелинейные аэродинамические эффекты влияющие на интегральные и распределенные характеристики, определяющие эффективность ветроустановки.

Теоретически установлено и подтверждено вычислительным и полунатурным (лабораторным) экспериментом, что

- В случае ротора Дарье, угол установки лопастей влияет на положение и величину мгновенного максимального значения вращающего момента.
- Оптимальное управление углом установки лопастей ротора Дарье увеличивает, как мгновенное, так и интегральное (осредненное за период) значение вращающего момента.
- В случае ротора Дарье с управляемыми лопастями, визуальным признаком максимизации значения коэффициента использования энергии ветра (приближение к пределу Бетца-Жуковского). является регуляризация режима течения в следе.

Управления углами установки (Рис.1) лопасти обеспечивают положительное значение мгновенного момента и осредненного

момента на осі практично в усьому діапазоні кутів обертання ротора.

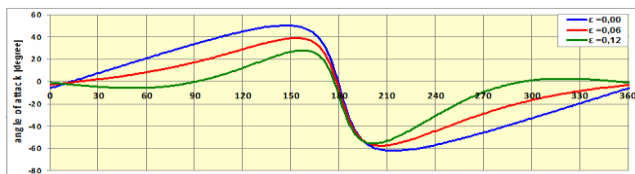


Рис.1

Закони управління кутом установки лопастей для ротора

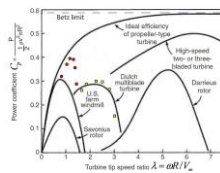


Рис.2.

Значення коефіцієнта використання енергії вітра для ветророторов.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Доленко Г.О., Лобач С.М., Гмиря А.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

galinadolenko2006@yandex.ru

Головною ціллю цієї роботи була формалізація та структуризація задач, які виникають в предметній області - туристичний бізнес-та їх математичне моделювання. За основу було взято реально існуючий інтернет-агрегатор, який дозволяє будь-якій людині замовити пакет туристичних послуг в мережі інтернет.

В роботі створена графічна модель має вигляд ієрархії, в якій керуючу роль виконує сам туристичний оператор, тобто він є верхівкою ієрархії. Модель описує процес обміну інформацією між туристичним оператором та «зовнішнім світом», тобто готелями та авіакомпаніями, в котрими співпрацює організація. Крім цього, у моделі фігурує і сайт туристичного оператора, через який користувач може контактувати з організацією.

В результаті роботи було побудовано комплекс математичних моделей, що описує діяльність туристичного оператора, який складається з наступних задач.

Першою є задача максимізації ефективності реклами туристичного оператора. Розглядається це питання в контексті інтернет-маркетингу, або як його називають зараз, Digital-маркетингу [1,2]. Інтернет-

маркетинг – це вид маркетингу, який використовує всі можливі види цифрових каналів, тобто це реклама в інтернеті, розсилка реклами на пошту, через смс-повідомлення, відображення рекламного банеру на цифровому екрані та багато інших можливостей. Якщо маркетинг взагалі – це залучення та утримання клієнтів, то інтернет-маркетинг – то це залучення і утримання клієнтів в інтернеті та через цифрові комунікації. На сьогоднішній день дуже активно використовуються мобільні канали. Майже 86% цифрової реклами адаптовані для мобільних пристроїв. Мобільний маркетинг – це не просто один з каналів, це все стимулятор ефективності для всіх маркетингових каналів. За рахунок правильної реклами можна залучити більше користувачів до будь-якої організації, тому другою було розглянуто задачу динаміки росту прибутку. В цій задачі відображається взаємозв'язок між кількістю користувачів та бажаним майбутнім прибутком.

Далі розглядалися задачі, пов'язані з самим замовленням, яке отримується від клієнта через сайт оператора. На цьому етапі відбувається перевірка замовлення на предмет реалізованості не тільки в середині організації, а й на рівні підсистем, тобто готелів та компаній, які надають транспортні послуги. Саме тут може виникнути задача системної оптимізації, бо замовлення клієнта може бути нереалізованим, тобто точка буде недосяжною. Тоді треба змінювати або замовлення, тобто бажану точку, або можливості туристичного оператора, тобто його допустиму область.

Література

1. Холмогоров В. «Інтернет-маркетинг. Краткий курс» - М.: Мир, 2002. – 272с.
2. Інтернет-маркетинг-<https://ru.wikipedia.org/Интернет-маркетинг>–2013.

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ БЕЗОПАСНОСТИ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ НА ИНФРАСТРУКТУРЕ GSM

Донадзе М., Имнашвили Г., Сирабидзе Н., Шарашидзе Г.

Батумский государственный университет Шота Руставели

donadzem@gmail.com

В настоящее время очень распространены системы связи на базе GSM (Global System for Mobile Communications), что, в первую очередь, обусловлено их относительной доступностью, упрощенной эксплуатацией и сравнительно низкой ценой.

Системы, использующие связи GSM, позволяют не только беседовать, но управлять и защищать любые объекты, в том числе и нетелефонизированные.

Весьма перспективными на сегодняшний день является использование сетей нового поколения 3G и 4G, которые предназначены для корпоративных клиентов – с высокой степенью защиты информации. Несмотря на это часты случаи, когда корпоративным клиентам необходим доступ к сети в условиях недоступности высокоскоростных инфраструктур или при наличии высоких тарифов на услуги связи.

Возможным выходом из вышеописанной ситуации является использование каналов сравнительно низкой проходимости, к которым относится SMS сервис. Он позволяет обмениваться текстовыми сообщениями с любым абонентом сети GSM, несмотря на его расположение внутри сети или в роуминг. Как известно, SMS сервис может передавать лишь текстовые сообщения, то есть такие сообщения, которые набираются на клавиатуре. С этой целью возможно использование протокола UUENCODE/UUDECODE. Но в нашем случае было бы желательно посредством SMS сервиса передавать текстовые сообщения малого объема с использованием системы компактной шифровки данных с целью их защиты, что позволит в определенной степени конкурировать с современными шифровальными системами в каналах с низкой пропускной способностью.

Сейчас в основном используется открытые и закрытые криптографические алгоритмы. Они объединены в национальные стандарты разных стран. Закрытые криптографические алгоритмы разрабатываются разными компаниями и используются как частная собственность. Они основаны на использовании матричных методов. Чем сложнее механизм шифрования данных, тем труднее их дешифровка. При этом возникает еще одна проблема – скорость передачи сообщения. Усложнение механизма кодирования данных влечет за собой снижение скорости передачи сообщения. Исходя из этого, необходима разработка простого механизма шифрования данных, который не будет связан с длительными вычислительными процессами и степень возможной разгадки которого для неизвестных лиц, конечно же, будет очень низкой.

Для существующих методов шифрования характерна еще одна проблема. В большинстве случаев применения высокоскоростных алгоритмов шифрования ключи являются постоянными (часто на

протяжении сессии или на протяжении сеанса связи), что позволяет злоумышленникам вычислить его за определенный промежуток времени. Поэтому желательно введение в систему дополнительных параметров (коэффициентов), которые сделают ключ переменным.

Для решения вышеуказанных проблем был разработан комбинированный метод шифрования символов. Особенности процесса шифрования символов и их распознавания обусловили особую проблему, решение которой представляет собой необходимое условие безопасности построения автоматизированных информационных систем.

Разработанный нами комбинированный метод шифрования символов включает в себя следующие этапы:

- 1) деление введенного пользователем слова на символы;
- 2) перевод каждого символа в систему кодирования ASCII и определение их кодов;
- 3) преобразование символов в строку с дополнительными символами при помощи оригинального метода;
- 4) объединение основных и дополнительных символов и их деление на слова (группы) в соответствии с установленными системными параметрами;
- 5) для каждой группы символов в кодировке ASCII происходит определение их соответствующих кодов;
- 6) с помощью специальной операции числовые значения полученных кодов будут переведены в другие числовые значения и, таким образом, будет получено множество новых кодов;
- 7) из данного множества кодов будут получены состоящие из специальных символов группы;
- 8) путем объединения полученных групп будет создана зашифрованное сообщение информация, составленная из множества специальных символов.

Целью данного эксперимента было определение полноценности процессов и установление того, насколько они способствуют выполнению поставленных целей.

В заключении хотелось бы отметить самое важное - благодаря использованию в системе специальных параметров, ключ шифрования информации является уникальным и меняется при каждой авторизации пользователя.

Необходимо отметить, что описанный метод не может конкурировать с современными шифровальными системами, но он позволяет легко осуществить в сети обмен текстовой информацией и

аутентифікацію, по мимо цього данная методика позволяет без дополнительных технологических или информационных структур, фактически без ограничений, увеличить возможности корпоративных сетей с использованием относительно дешевой аппаратуры. Подобная методика будет весьма интересной для компаний, занимающихся дистрибуцией, чьи офисы территориально удалены друг от друга.

Литература

1. Шониа О., Шерозиа Т., Информационные технологии и безопасность, ГТУ, Тбилиси, 2008г.
2. Stallings W., Cryptography and Network Security Principles and Practices, Fourth Edition, Prentice Hall, Nov 2005.
3. Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты. Киев ООО ТИД „ДС” 2001 г.
4. Мамаев М. Петренко С. Технология защиты информации интернета. Специальный справочник //СПБ.: Питер, 2002 г.
5. Шаньгин Б.Ф., Комплексная защита информации в корпоративных системах. М., ИД „ФОРУМ-инфра-м,” 2010г.

ЗАДАЧА ГРУПУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ: МАТРИЧНІ ЕЛІПСОЇДАЛЬНІ ВІДСТАНІ ВІДПОВІДНОСТІ

Донченко В.С., Зінько Т.П.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
voldon@bigmir.net

Задачі групування інформації (*GIP* – проблема): відновлення функцій за спостережуваними значеннями та задача класифікації, кластеризації, розпізнавання образів – належать до принципово важливого напрямку прикладних досліджень. Як правило, використовується техніка оперування в евклідових просторах числових векторів, що значною мірою визначається багатством структурних можливостей цього типу математичних структур. В той же час в багатьох прикладних задачах природним чином виникають матриці, як представники – аналізованих об’єктів-прототипів. Це прямо стосується обробки аудіо сигналів: із спектрограмою сигналу, – і аналізу зображень, де саме зображення вже представлено матрицю. Використання матричних представників об’єктів стримується відсутністю можливостей аналізу структурних зв’язків, які є характерними для евклідових просторів числових векторів. Останнім часом в цій області є певне просування, яке зобов’язане своїм існуванням висуненням та реалізацією концепції коротких

операторів [1]. Розвиток цієї концепції розширив можливості розв'язання задачі відновлення матричних функцій з набором матричних аргументів (див, наприклад, [2]).

Розвиток концепції кортежних операторів означає, що на евклідов простір матриць перенесені всі можливості опису базових структур (БаС) евклідовго простору: лінійних підпросторів та гіперплощин, а також еліпсів групування – звичайних та мінімальних, центральних та нецентральных – на основі побудови SVD-розкладу та псевдообернення (ПдО) кортежних операторів. Власне, всі властивості SVD – та ПдО, а також можливості опису БаС на основі ПдО [3] переносяться з простору числових векторів в евклідовий простір матриць. Принциповим є те, що задачі опису задач на власні значення в евклідових просторах матриць зводяться до стандартних матричних задач такого типу. В роботі [2] запропоновано використання БаС'ів на спільній основі SVD – та ПдО в просторах обох типів: числових векторних та матричних – до розпізнавання мовних сигналів.

В класифікаційно-кластеризаційному варіанті *GIP*-задачі можливість перенесення на евклідов простір матриць фіксованої розмірності визначається тим, що концепція кортежних операторів дозволяє конструктивно: в термінах матричної задачі на власні значення – перенести конструкцію відстаней відповідності через занурення у підпростори та гіперплощини чи – у слушні еліпси групування, на матричні евклідові простори.

Підсумовуючи, зазначимо, що у пропонованій доповіді за навчальними вибірками з матриць будуються відстані відповідності в *GIP*-задачі. Побудова та використання обговорюваних відстаней є такою самою за конструктивністю, як і евклідовому просторі числових векторів. Приклади використання відстаней відповідності в матричних просторах можна знайти, наприклад, в [4].

Література

1. Donchenko V., Zinko T., Skotarenko F. (2012) "'Feature vectors' in grouping information problem in applied mathematics: vectors and matrices", paper presented at Problems of Computer Intellectualization, Kyiv-Ukraine, Sofia-Bulgaria: NASU, V.M.Glushkov Institute of Cybernetics, ITHEA, Kyiv,- Pp. 111-124.
2. Donchenko Vladimir S. Vectors and matrixes least square method: foundation and application examples / Vladimir S. Donchenko, Inna M. Nazaraga, Olga V. Tarasova // International Journal "Information Theories & Applications". - 2013.- Vol.20, Number 4.-Pp. 311 – 322.

3. Донченко В.С. Евклидовы пространства числовых векторов и матриц: конструктивные методы описания базовых структур и их использование // International Journal "Information technologies & Knowledge".- 2011.- Vol. 5.- Number 3. -Pp.203-216.
4. Зінько Т.П. Аналіз і синтез алгоритмів розпізнавання й класифікації та їх застосування в обробці мовних сигналів і зображень: дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук: спец. 01.05.04 «Системний аналіз і теорія оптимальних рішень» / Зінько Т.П.; Київський нац. ун-тет ім. Т. Шевченка. –Київ, 2012. –173с.

МЕТОД НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ: МАТРИЦІ
Донченко В.С., Тарасова О.В., Назарага І.М.
voldon@bigmir.net

Задача визначення функції, представленої своїми спостереженнями, у варіанті апроксимації чи в статистичному варіанті: регресією - є представником важливого класу прикладних задач, які можна позначити як Задачі Групування Інформації (GIP: *Grouping Information Problem*) Постановка та розв'язання слушної GIP-задачі є одним з етапів розв'язання задачі прогнозування в широкому розумінні.

Метод найменших квадратів (МНК) є поширеним та надійним засобом для розв'язання прикладних задач прогнозування за наявної функціональної залежності між кількісними представниками реальних об'єктів. Детально досліджений випадок для скалярних залежностей із векторним аргументом. Складнішим є дослідження варіанту, коли розглядається варіант векторних значень функції із векторним аргументом. Техніка псевдо обернення за Муром - Пенроузом [1-3](М-П ПдО), дозволяє отримати вичерпний і повний розв'язок задачі МНК - оцінювання у векторному випадку значень функції відгуку [4-6] за лінійності відповідного оператора. Вичерпність і повнота означає опис необхідних і достатніх умов розв'язності задачі та отримання всіх можливих розв'язків, а не тільки тих що визначаються умовою повноти стовпчикowego рангу матриці плану - умови однозначності розв'язку. Запропонований для векторних відгуків метод розв'язання задачі МНК - оцінювання, як це продемонстровано у вже цитованих роботах [4-6], можливість розв'язувати задачу МНК - оцінювання для матричних функцій матричного аргументу для випадку, коли лінійний оператор над матричними об'єктами задається залежністю вигляду $AX = Y, A - m \times n, Y - m \times p, X - n \times p$. Відповідні результати можна

знайти також в [7]. Отримання аналогічних результатів для ширшого класу лінійних операторів на евклідових просторах матриць вимагає М-П ПдО - теорії на відповідні класи лінійних операторів. Вирішальними вимогами до вибору класу обговорюваних операторів є конструктивність визначення об'єктів ПдО - теорії та перенесення властивостей "векторної" ПдО - теорії на "матричну". Цим вимогам повністю відповідають та звані "кортежні" оператори, запропоновані в [8], для яких згадані вимоги "конструктивності" та "природності" повністю виконані. В запропонованій роботі розширено рамки визначення кортежних операторів отриманням всіх необхідних результатів техніки SVD-розкладу та ПдО, що дозволяє, зокрема, поставити та розв'язати задачу МНК - оцінювання для множинної регресії з декількома матричними аргументами. Застосування концепції кортежних операторів дозволяє звести задачу МНК оцінювання до дослідження СЛАР (систем лінійних алгебраїчних рівнянь) у слушних евклідових просторах матричних кортежів. Розв'язок задачі дослідження СЛАР в цьому узагальненому випадку, вдається звести до розв'язання задачі на власні значення для матриць, як і у випадку матричних операторів в евклідових просторах числових векторів.

Застосування матричної множинної регресії в задачах прогнозу рейтингів сітки мовлення для телевізійної аудиторії та для прогнозування макроекономічних показників засвідчило плідність запропонованого підходу.

Література

1. Moore, E. H. On the reciprocal of the general algebraic matrix [Text] / E. H. Moore // Bulletin of the American Mathematical Society. — 1920. — Vol. 26. — PP. 394–395.
2. Penrose, R. A generalized inverse for matrices [Text] / R. Penrose // Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. — 1955. — No 51. — PP. 406–413.
3. Albert, A. Regression and the Moore-Penrose pseudo inverse. [Text] / A. Albert. — М.: Nauka, 1977. — 305 p.
4. Donchenko, V. S. Matrixes least squares method: examples of its application in macroeconomics and tv-media business [Text] / V. S. Donchenko, I. M. Nazaraga, O. V. Tarasova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. — 2014. — 4/4(70). — PP. 42–46.
5. Donchenko, V. S. Vectors and matrixes least square method: foundation and application examples [Text] / V. S. Donchenko, I. M. Nazaraga, O. V. Tarasova // International Journal "Information Theories & Applications". — 2013. — Vol. 20, No 4. — PP. 311–322.

6. Donchenko, V. Matrixes least squares method and examples of its application [Text] / V. Donchenko, I. Nazaraga, O. Tarasova // International Journal “Information Technologies & Knowledge”. — 2013. — Vol. 7, Issue 4. — PP. 325–336
7. Донченко В.С., Назарага І.М., Тарасова О.В. Основи та прикладні аспекти матричного методу найменших квадратів. - // Тезиси докладов: Пятая международная научно-практическая конференция "Наука и бизнес": "Экономика знаний".- 9-10 февраля 2015 г. - г.Днепропетровск, Украина.- С.71-74 .
8. Donchenko V., Zinko T., Skotarenko F. 'Feature vectors' in grouping information problem in applied mathematics: vectors and matrixes / Problems of Computer Intellectualization..-Editors Vitali Velichko, Aleksey Voloshin O, Krassimir Markov.- Kyiv-Ukrain, Sofia-Bulgaria. — 2012- PP.111-124.

МАТЕМАТИЧНО-СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТОП-ЛОСС ТА СТОП-БАЙ РІВНІВ

¹Єлейко Я.І., ²Коцюба І.Б.

Львівський національний університет імені Івана Франка

¹yikts@yahoo.com , ²kotsiuba@hotmail.com

На фондовому ринку операції з цінними паперами здійснюють трейдери. Для продуктивної торгівлі фінансовими інструментами трейдерам в першу чергу потрібно навчитись керувати своїми ризиками. Одним із методів контролю за ризиком є встановлення відповідних рівнів стоп-лосс та стоп-бай.

Саме тому було розроблено алгоритм встановлення оптимальних рівнів стоп-лосс і стоп-бай та проведено тестування ефективності встановлених рівнів за допомогою статистично-ймовірнісного аналізу історичних даних.

Література

1. Фундаментальний та технічний аналіз цін товарних та фінансових ринків: Навч. посібник (з грифом МОНУ) / Сохачька О.М., Роговська-Ішук І.В., Вінницький С.І. -К.: Кондор, 2012. — 305 с.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ АСОЦІАТИВНОГО ПОЛЯ ТА ФОРМУВАННЯ МОВНОЇ КАРТИНИ СВІТУ

Загородній Ю.В., Загородня О.Ф.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

yuzagor@ukr.net, olgagorna@ukr.net

Асоціативне поле визначається як множина асоціативних уявлень, тим чи іншим чином пов'язаних з відповідним словом-стимулом [1]. Елементами асоціативного поля (асоціатами) можуть виявитися як окремі слова, словосполучення, речення, сталі вирази, так і малюнки, символи, знаки. Постає задача систематизувати досить різноманітні об'єкти, з'ясувати структуру поля і вивести певні показники, які характеризують слово-стимул [2]. Розв'язування цієї задачі дало можливість з'ясувати семантичний та конотаційний характер досліджуваних мовних одиниць, отримати знання про актуальні смисли, що існують в свідомості досліджуваних груп респондентів. Крім того, визначаються частота появи окремого асоціата, ядерні та периферійні асоціати, міра стереотипності асоціативного поля. Структуризація асоціативного поля дає уявлення про його монологічну чи полілінгвальну природу. Слід зауважити, що в обробку даних включені не тільки асоціати, але й асоціативні зв'язки, тобто відношення «стимул-реакція», що поглиблює і деталізує отримані результати. Все це дає можливість формувати базу знань респондентів і допомагати їм в процесі прийняття рішень при взаємодії з позначеною реальністю зовнішнього або внутрішнього світу.

Проведений системний аналіз асоціативного поля допоміг створити комп'ютерну інформаційну систему «Stimulus», яка є зручним і гнучким засобом для дослідження ментального простору окремого індивіда чи соціальних груп. Також «Stimulus» накопичує лінгвістичні і математичні дані, що дає можливість прогнозувати трансформацію мовної картини світу та оцінювати міру емоційного сприйняття понять.

Література

1. Ахманова О.С. Словарь лингвистических терминов [Электронный ресурс]
http://www.classes.ru/grammar/174.Akhmanova/source/worddocuments/_16.htm
2. Yu. Zagorodniy, O. Zagorodnia Evaluating the State of Social Group on the Basis of Psycholinguistics Tests and Fuzzy Logic//Abstracts of XVI International Conference «PDMU», Yalta.-2010.-P. 26.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТ РЕСУРСОВ В ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

¹Зоидзе Наталия, ²Зоидзе Кетеван

¹The Black Sea Flora And Fauna Educational Scientific-Research Centre,

²Батумская государственная морская академия

natalia_zoidze@mail.ru

Одно из направлений использования интернет ресурсов - переписка по электронной почте учащихся в процессе изучения языка. С целью получения высоких результатов в обучении иностранного языка, в первую очередь, нужно запланировать с точностью план проведения занятий. С этой точки зрения, огромное значение имеет использование информационно-коммуникационных технологий для определения места, объёма, формы.

Схема планирования занятий представлены пятью последовательными этапами.

- I этап – подготовительные работы,
- II этап – определение концепции обучения,
- III этап – технико-технологическое обеспечение,
- IV этап – определение плана действий,
- V этап – реализация концепций.

Обоснованно, что там, где были использованы информационно-коммуникационные технологии, слушатели более глубоко включены в учебный процесс, имеют мотивацию высокой степени и уровень познания. Использование информационно-коммуникационных технологий способствует повышению эффективности освоения иностранным языком.

Применяя информационно-коммуникационные технологии, слушатели больше не смотрят на компьютер как на дорогую игрушку, а видят средство, которое решает собственные задачи, будь то работа с электронным учебником, подбор информации в компьютере, или создание реферата, модели или проекта. А это значит, что развивается творческая личность, которая проложит свой путь в современном информационном мире.

Применяя информационные технологии в изучении иностранного языка, слушателям даётся возможность полученные на занятиях знания применять для решения практически – познавательных задач и проблем, овладевать практическими навыками анализа информации, приобретать умения самостоятельной работы, становиться активными участниками процесса образования.

МІНІМАКСНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЛІНІЙНИХ ФУНКЦІОНАЛІВ, ВИЗНАЧЕНИХ НА РОЗВ'ЯЗКАХ ПАРАБОЛО- ГІПЕРБОЛІЧНИХ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ

¹Капустян В.О., ²Пишнограєв І.О.

^{1,2}Національний технічний університет України “Київський
політехнічний інститут”

¹ v.kapustyan@mses.kpi.ua, ² pyshnograiev@gmail.com

У роботі представлені результати дослідження деяких задач мінімаксного оцінювання лінійних функціоналів, визначених на розв'язках параболо-гіперболічних рівнянь з нелокальними граничними умовами.

Нехай маємо розподілену систему, що описується нескінченною системою рівнянь другого порядку. Спостереження за поведінкою системи має вигляд

$$\theta_i(t) = y_i(t) + F_i(t), t \in [-\alpha, T], i \geq 0,$$

де зазначені функції є коефіцієнти розкладу за деяким базисом Рісса, а функції перешкод F_i стиснуті деякими обмеженнями.

Роботу присвячено пошуку мінімаксної оцінки функціоналу, що задано на розв'язках крайової задачі:

$$l(y) = \sum_{i=0}^{\infty} \int_{-\alpha}^T q_i(t) y_i(t) dt.$$

Показано, що даний клас задач зводиться до розв'язання задачі оптимального керування для параболо-гіперболічних рівнянь з нелокальними граничними умовами та квадратичним критерієм якості, підхід до розгляду яких викладено в [1].

Література

1 Kapustyan V. O., Pyshnograiev I. O. Distributed Control With The General Quadratic Criterion In A Special Norm For Systems Described By Parabolic–Hyperbolic Equations With Nonlocal Boundary Conditions // Cybernetics and Systems Analysis. – 2015. - Vol. 51, No. 3 – pp. 438-447.

ПРО РОЗВ'ЯЗНІСТЬ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДЛЯ ОДНОГО КЛАСУ ПАРАБОЛІЧНИХ РІВНЯНЬ З НЕЛОКАЛЬНИМИ КРАЙОВИМИ УМОВАМИ

¹Капустян О.А., ²Мазур О.К.

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка

²Національний університет харчових технологій

olena.kap@gmail.com

Розглядається наступна задача оптимального керування: в області $Q = (0, T) \times \Omega$, $\Omega = \{(r, \theta) | r \in (0, 1), \theta \in (0, \pi)\}$ потрібно знайти функцію стану $y = y(t, r, \theta)$ і керування $u = u(r, \theta)$ для задачі

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial t} = \Delta y + g(r)u(r, \theta), (t, r, \theta) \in Q, \\ y(t, 1, \theta) = 0, t \in (0, T), \theta \in (0, \pi), \\ \frac{\partial y}{\partial t}(t, r, 0) = \frac{\partial y}{\partial t}(t, r, \pi), t \in (0, T), \theta \in (0, 1), \end{cases} \quad (1)$$

$$y(0, r, \theta) = h(r, \theta), y(T, r, \theta) = z(r, \theta), \quad (2)$$

на яких досягає мінімуму квадратичний напіввизначений критерій якості

$$J(u, y) = \int_0^1 r \|y(T, r)\|_D^2 dr + \int_0^1 \|u(r)\|_D^2 dr \rightarrow \inf. \quad (3)$$

Тут $\Delta y = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial y}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 y}{\partial \theta^2}$ - це оператор Лапласа у полярних

координатах, $g \in C([0, T])$, $h, z \in C(\overline{\Omega})$ - задані функції.

У роботі встановлюється розв'язність розгляненої задачі оптимального керування для спеціальних класів розподілених керувань та початкових даних.

Література

1. Kapustyan V.O., Kapustyan O.V., Kapustian O.A, Mazur O.K. The Optimal Control Problem for Parabolic Equation with Nonlocal Boundary Conditions in Circular Sector // Continuous and Distributed Systems II. Theory and Applications, Series "Studies in Systems, Decision and Control". – Springer International Publishing, Switzerland. – 2015. – Vol.30. – PP. 297-314.

НАБЛИЖЕНА ОПТИМАЛЬНА СТАБІЛІЗАЦІЯ РОЗВ'ЯЗКІВ ПАРАБОЛІЧНОЇ ЗАДАЧІ РОЗПОДІЛЕНИМ ОБМЕЖЕНИМ КЕРУВАННЯМ

Капустян О.В., Русіна А.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

rusina.alina@gmail.com

Нехай Ω - обмежена область, $\varepsilon \in (0,1)$ - малий параметр, $\xi = (\xi_i)_{i=1}^\infty \in l_2$ - заданий вектор. В циліндрі $Q = (0, +\infty) \times \Omega$ розглядається задача оптимального керування:

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial t} = A^\varepsilon y + u(t, x), (t, x) \in Q \\ y|_{\partial\Omega} = 0, \\ y|_{t=0} = y_0^\varepsilon, \end{cases} \quad (1)$$

$$J(y, u) = \int_0^\infty \int_\Omega (y^2(t, x) + u^2(t, x)) dt dx \rightarrow \inf, \quad (2)$$

$$u \in U_\varepsilon = \left\{ v \in L^2(Q) \mid \forall i \geq 1 \left| \int_\Omega v(t, x) X_i^\varepsilon(x) dx \right| \leq \xi_i \quad \forall t \in [0, \infty) \right\}, \quad (3)$$

де $A^\varepsilon = \text{div}(a^\varepsilon \nabla)$, $a^\varepsilon(x) = a\left(\frac{x}{\varepsilon}\right)$, a - вимірна, періодична матриця, що

задовольняє умови рівномірної еліптичності та обмеженості.

На основі формули оптимального регулятора обґрунтовано форму наближеного оптимального керування в формі оберненого зв'язку, що використовує усереднені параметри.

Література

- 1 Егоров А.И., Михайлова Т.Ф. Синтез оптимального управления тепловым процессом с ограниченным управлением // Проблемы управления и информатики. – 1990. – № 3. – С. 57 – 61.
- 2 О. В. Капустян, О. А. Капустян, А. В. Сукретна Approximate bounded synthesis for distributed systems - LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrucken, Germany, 2013. – 223 p.

УСЕРЕДНЕННЯ ЛІНІЙНИХ ЗА КЕРУВАННЯМ ДИСКРЕТНИХ СИСТЕМ ЗІ ЗМІННИМ ЗАПІЗНЕННЯМ У ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ

Карпичева М.Л.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

m.karplcheva@gmail.com

Задача оптимального керування описується лінійною за керуванням системою дискретних рівнянь, що містить змінне запізнення відносно стану та відносно керування,

$$x_{i+1} = x_i + \varepsilon \cdot \left[f(i, x_i, x_{s(i)}) + A(i, x_i, x_{s(i)}) \cdot u_i + B(i, x_i, x_{s(i)}) \cdot u_{ss(i)} \right],$$

та термінальним критерієм якості

$$J(u) = \Phi(x_N) \rightarrow \min_{u \in U}, \quad x_0 = x^0,$$

де $x_i \in D \subset R^n$, D – замкнена множина, $i \in I = \{0, 1, 2, \dots, N\}$, $N = E(L\varepsilon^{-1})$, $L = \text{const}$, $E(c)$ – ціла частина числа c , $\varepsilon > 0$ – малий параметр, $u_i \in U \subset \text{comp}(R^r)$, $s(i) \in I_s = \{0, 1, 2, \dots, i\}$ – запізнення за станом, $ss(i) \in I_s = \{0, 1, 2, \dots, i\}$ – запізнення за керуванням.

Будується відповідна усереднена задача оптимального керування

$$y_{i+1} = y_i + \varepsilon \cdot \left[f_0(y_i, y_{s(i)}) + A_0(y_i, y_{s(i)}) \cdot v_i + B_0(y_i, y_{s(i)}) \cdot v_{ss(i)} \right],$$

$$J_0(v) = \Phi(y_N) \rightarrow \min_{v \in U}, \quad y_0 = x^0.$$

В [1] стверджується, що за певних умов оптимальне керування усередненої задачі буде асимптотично оптимальним керуванням поставленої задачі.

Наведено приклади, в яких показано, що траєкторії обох задач, які побудовані за оптимальним керуванням усередненої задачі, є близькими на асимптотично великому проміжку часу.

Література

1 Кичмаренко О.Д., Карпичева М.Л. Асимптотически оптимальное управление в линейных по управлению дискретных задачах с переменным запаздыванием // Шестнадцатая международная научная конференция им. акад. Михаила Кравчука. 14–16 мая, 2015, Киев: Материалы конференции. Т.1. Дифференциальные и интегральные уравнения, их применение. – К.: НТУУ "КПИ", 2015. – С. 123 – 127.

НЕОБХІДНІ УМОВИ ОПТИМАЛЬНОСТІ В ЗАДАЧАХ КЕРУВАННЯ СИСТЕМАМИ З МАКСИМУМОМ ЗА СТАНОМ

Кічмаренко О.Д., Сапожнікова К.Ю.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

olga.kichmarenko@gmail.com

В доповіді пропонується обґрунтування необхідних умов оптимальності в задачах керування системами з максимумом за станом. Для задачі оптимального керування з максимумом за керуванням нами були отримані необхідні умови оптимальності [1].

Розглянемо задачу оптимального керування з максимумом за станом:

$$\dot{x} = f(t, x(t), u(t)), \max_{s \in [g(t), \gamma(t)]} x(s), u(t), \quad (1)$$

$$x(0) = x^0 \quad (2)$$

де $x(t)$ – n -вимірний фазовий вектор, що характеризує положення об'єкта в момент часу $t \in [0, t^*]$, $u(t) \in U \subset \text{comp } \mathbb{R}^r$ – вектор керуючого впливу в момент часу t , $u(t)$ – вимірна функція, $f : [0, t^*] \times \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^r \rightarrow \mathbb{R}^n$ – вектор-функція, $g(t), \gamma(y)$ – відомі монотонні функції, причому $0 \leq g(t) \leq \gamma(y) \leq t$,

$$\max_{s \in [g(t), \gamma(t)]} x(s) = \max_{s \in [g(t), \gamma(t)]} x_1(s), \dots, \max_{s \in [g(t), \gamma(t)]} x_n(s), \quad .$$

Вимірні функції $u(t) \in U$ обираємо як допустимі керування системи (1). Під розв'язком задачі (1)-(2) будемо розуміти абсолютно неперервну функцію, що задовольняє рівнянню (1) при умові (2).

Якість допустимих керувань оцінюється функціоналом:

$$J[u] = \varphi(x(t^*)) + \int_0^{t^*} \mu(x(t), u(t)) dt \rightarrow \min \quad (3)$$

Для задачі оптимального керування (1)-(3) був доведений принцип максимуму Понтрягіна.

Література

1. Кічмаренко О.Д., Сапожнікова К.Ю./ Дослідження керованих систем з максимумом / Сучасні проблеми математики та її застосування в природничих науках та в інформаційних технологіях, тези, Харків, 2014, С. 48-49.

СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ ВЕДЕНИХ ПРИСТРОЇВ СИНХРОНІЗАЦІЇ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

¹Коваль В.В., ¹Лисенко В.П., ¹Дорогобед В.В., ²Климаш М.М.

**¹Національний університет біоресурсів і природокористування
України, ²Національний університет "Львівська політехніка"
v.koval@nubip.edu.ua , klymash@journal.kh.ua**

Створення на основі інфокомунікаційних мереж національної інформаційної інфраструктури, її інтеграція в європейську та глобальну інформаційну інфраструктуру обумовлює необхідність дослідження якісних характеристик сигналів, що формуються веденими пристроями синхронізації (ПС), для визначення можливості їх використання при побудові систем синхронізації [1].

Задачею експериментальних досліджень характеристик синхросигналів, які формуються атомним стандартом частоти, веденими ПС, з'єднаними з провідним джерелом волоконно-оптичними лініями передачі, приймачем навігаційної системи NAWSTAR GPS, є проведення вимірювань та статистична обробка їх результатів і порівняння з нормами світових стандартів. Для досліджень використовується аналізатор PJS2000 Compact з модулем фазового компаратора PHM і пакетом програмного забезпечення SQM. Процес вимірювання параметрів сигналу синхронізації ґрунтується на порівнянні у фазовому компараторі PHM часових співвідношень між опорним і досліджуваним сигналами, перетворенні часових характеристик в частотні та формуванні результатів у вигляді цифрового коду для передачі його через стандартний інтерфейс на персональний комп'ютер.

За результатами статистичної обробки результатів вимірювань програмою SQM і порівнянні їх з нормами світових стандартів сформовані рекомендації щодо практичного використання вказаних способів передачі синхросигналів.

Література

1 Koval V.V., Kostik B.J., Sukach G.A. Optimal of Slave Devices Synchronization of Infocommunication Networks // XIth International Conf. "The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics" (CADSM 2011). 23-25 лютого 2011 – Lviv-Polana, (Ukraine). – 2011. - P. 132-133.

ТРИКРОКОВІ МЕТОДИ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ЛІНІЙНОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ СИСТЕМ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ

Ковальчук О.В.

Львівський національний університет імені Івана Франка

olyak2005@gmail.com

Розглянемо задачу розв'язування системи нелінійних алгебраїчних рівнянь

$$P(x) = 0, \quad P: R^n \rightarrow R^n, \text{ де } n \geq 1. \quad (1)$$

В [1] розглядався трикроковий метод для розв'язування задачі (1):

$$\begin{aligned} u_k &= x_k - [P(x_{k-1}, 2x_k - x_{k-1})]^{-1} P(x_k), \\ v_k &= x_k - \beta_k P(x_{k-1}, 2x_k - x_{k-1})^T P(x_k), \\ x_{k+1} &= \arg \min_{\gamma} \|P(v_k + \gamma(u_k - v_k))\|. \end{aligned} \quad (2)$$

Поділена різниця $P(x_{k-1}, 2x_k - x_{k-1})$ визначається наступною матрицею

$$H_k = \{h_{ij}^{(k)}\} = \left\{ \frac{P_i(x_1^{(k)}, \dots, 2x_i^{(k)} - x_i^{(k-1)}, \dots, x_n^{(k)}) - P_i(x_1^{(k)}, \dots, x_i^{(k-1)}, \dots, x_n^{(k)})}{2(x_i^{(k)} - x_i^{(k-1)})} \right\}$$

$i, j = 1, 2, \dots, n.$

Прононується трикроковий метод з пам'яттю на основі методу лінійної інтерполяції

$$\begin{aligned} x_1 &= x_0 - [P(x_{-1}, 2x_0 - x_{-1})]^{-1} P(x_0), \\ u_k &= x_k - [P(x_{k-1}, 2x_k - x_{k-1})]^{-1} P(x_k), \\ v_k &= x_k - [P(x_{k-2}, 2x_{k-1} - x_{k-2})]^{-1} P(x_k), \\ x_{k+1} &= \arg \min \|P(u_k + \gamma_k(v_k - u_k))\|, \quad k = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (3)$$

Доведені теореми, про те що швидкість збіжності методів (2) та (3) є не меншою ніж квадратична.

Література

1. Бартіш М.Я. Модифікація методу лінійної інтерполяції для розв'язування систем нелінійних рівнянь. / Бартіш М.Я., Ковальчук О.В., Коркуна Н.М // Збірник наукових праць. Серія фізико-математичні науки. Випуск 4. – Кам'янець-Подільський, 2010. – С. 25-30.

О КРИТЕРИЯХ ОПТИМАЛЬНОСТИ ФИНАНСОВОГО ПОРТФЕЛЯ

Кокобинадзе Темур

Батумский государственный университет Шота Руставели

temur59@mail.ru

Постановка задачи об оптимальном портфеле. Рассмотрим общую задачу распределения капитала, который участник рынка хочет потратить на покупку ценных бумаг. Констатируем очевидную общую цель инвестора - вложить деньги так, чтобы сохранить свой капитал, а при возможности и нарастить его. Набор ценных бумаг, находящихся у участника рынка, называется его портфелем. Стоимость портфеля - это суммарная стоимость всех составляющих его бумаг. Пусть x_i - доля капитала, потраченная на покупку ценных бумаг i -го вида, а m_i - доходность ценных бумаг i -го вида. Тогда суммарная стоимость портфеля $m_p = \sum_i x_i \cdot m_i$. Дисперсия доходности портфеля $V_p = V(m_p) = \sum_{i,j} x_i \cdot x_j \cdot V_{ij}$, где через V_{ij} обозначена ковариация доходностей ценных бумаг i -го и j -го видов. Каждый владелец портфеля ценных бумаг сталкивается с дилеммой - хочется иметь эффективность побольше, а риск поменьше, ему необходимо сделать определенный выбор между эффективностью и риском. Любой инвестор заинтересован в уменьшении риска портфеля при поддержании его эффективности на определенном уровне. Какие существуют рекомендации общего характера по снижению риска портфеля?

Пусть в портфеле собрано N различных видов ценных бумаг. Рассмотрим дисперсию портфеля $V_p = \sum_{i,j} x_i \cdot x_j \cdot V_{ij}$. Разобьем слагаемые на две группы $V_p = \sum_i x_i^2 \cdot V_{ii} + \sum_{i \neq j} x_i \cdot x_j \cdot V_{ij}$. Стоимость портфеля распределена равными долями по этим ценным бумагам, т. е. все $x_i = 1/N$. Тогда имеем

$$V_p = \frac{1}{N^2} \sum_i V_{ii} + \frac{1}{N^2} \sum_{i \neq j} V_{ij} = \frac{1}{N} \sum_i \frac{V_{ii}}{N} + (N-1/N) \sum_{i \neq j} \frac{V_{ij}}{N(N-1)}.$$

$\sum_i \frac{V_{ii}}{n}$ величина может быть названа средней дисперсией ценных бумаг, входящих в портфель, а величина $\sum_{i \neq j} \frac{V_{ij}}{N(N-1)}$ - их средней ковариацией.

Поэтому дисперсия портфеля равна $(1/N)$ средней дисперсии плюс $(1-1/N)$ средней ковариации. Это и есть эффект диверсификации портфеля, ростом числа входящих в портфель ценных бумаг его дисперсии становится все меньше, зато все больше - вклад средней ковариации. Так что если входящие в портфель ценные бумаги мало коррелированы друг с другом, то дисперсия портфеля уменьшается с ростом числа входящих в портфель бумаг. В реальности, практически все ценные бумаги, обращающиеся на рынке, испытывают воздействие общеэкономических факторов и изменяются под их воздействием. Это приводит к тому, что их взаимная корреляция является вполне заметной величиной. Эта взаимная корреляция обуславливает так называемый рыночный, или систематический риск портфеля. С другой стороны, каждая конкретная ценная бумага испытывает свои колебания эффективности, иногда совершенно не связанные с общерыночными. Эти колебания обуславливают так называемый индивидуальный или несистематический риск ценной бумаги. Диверсификация портфеля может почти полностью устранить влияние на риск всего портфеля индивидуального риска отдельных ценных бумаг, но она не в силах устранить риск всего портфеля. При полной прямой корреляции диверсификация портфеля не дает никакого эффекта - риск портфеля равен среднему арифметическому рисков составляющих его ценных бумаг и не стремится к нулю при росте числа видов ценных бумаг. При полной обратной корреляции возможно такое распределение вложений между различными видами ценных бумаг, что риск полностью отсутствует. Полная обратная корреляция довольно редкое явление и обычно она очевидно. Любая система мер направленная на снижение риска называется хеджированием.

Каждый инвестор стремится приобрести оптимальный портфель рискованных ценных бумаг, а долю безрисковой части вложений определяет путем максимизации среднего значения квадратичной функции полезности $K \cdot m_R - a_i \cdot K^2 \cdot \sigma_R^2$, где K - капитал инвестора, R - случайная эффективность при выбранной

структуре портфеля $m_R = M(R)$, $\sigma_R^2 = D(R)$ коэффициент a_i характеризует склонность инвесторов к риску, при малом a_i склонность к риску велика.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ GROSS ENROLMENT RATIO ДЛЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ ТА ІНШИХ ДЕРЖАВ

Колісниченко А.Ю.

Запорізький національний технічний університет

artkolaw@gmail.com

За даними Global Education Digest 2012 від UNESCO Institute for Statistics GER в Україні дорівнює 79%. За цим показником наша країна посідає одне з провідних місць серед країн Центральної та Східної Європи. Разом з тим, вона відстає від таких країн, як Фінляндія (94%) та США (95%), які також мають значно вищий рівень загального соціально-економічного розвитку.

За допомогою точного критерію Фішера було порівняно розподіли значень за регіонами і зроблено висновки про їх подібність за GER. Цей критерій було обрано через малу кількість даних для окремих регіонів. Цей показник варіювався в межах від 3 для South and West Asia (SWA) до 20 для North America and Western Europe (NAWE). У таблиці наведено значення p-value критерію.

	AS	CEE	CA	EAP	LAC	NAWE	SWA	SA
AS		0.00	0.87	0.65	0.32	0.00	1.00	0.15
CEE	0.00		0.00	0.01	0.04	0.68	0.00	0.00
CA	0.87	0.00		0.54	0.21	0.00	1.00	0.16
EAP	0.65	0.01	0.54		0.68	0.00	0.62	0.05
LAC	0.32	0.04	0.21	0.68		0.01	0.28	0.01
NAWE	0.00	0.68	0.00	0.00	0.01		0.00	0.00
SWA	1.00	0.00	1.00	0.62	0.28	0.00		0.18
SA	0.15	0.00	0.16	0.05	0.01	0.00	0.18	

За отриманими результатами можна з упевненістю сказати, що такі пари регіонів як (Arab States, South and West Asia), (Central Asia, South and West Asia), (Arab States, Central Asia), (Arab States, East Asia and the Pacific), (Central and Eastern Europe, North America and Western Europe), (Central Asia, East Asia and the Pacific), (East Asia and the Pacific, Latin America and the Caribbean) та (East Asia and the Pacific, South and West Asia) є подібними.

ПРИКЛАД РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИМ ПРОЦЕСОМ КАСКАДНОГО ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

Коцур М.П.

Чернівецький національний університет імені Ю.Федьковича

mpcc@chnu.cv.ua

Нестаціонарний процес каскадного термоелектричного охолодження є прикладом об'єкта з розподіленими параметрами, що описується системою нелінійних диференціальних рівнянь параболічного типу з нестандартними крайовими умовами. Відповідні рівняння наведені в [1]. Для розв'язування задачі оптимального керування таким об'єктом в [1] запропоновано шляхом дискретизації перейти до об'єкта з зосередженими параметрами, що дозволяє використати для оптимізації принцип максимуму Понтрягіна.

Дискретизовані рівняння з [1] записуються у вигляді:

$$\begin{aligned} \frac{dT_{k,1,1}}{dt} &= F_k, \quad k=1,...,K \\ \frac{dT_{k,m,i}}{dt} &= f_{k,m,i}, \quad k=1,...,K; \quad m=1,2; \quad i=2,...,N \end{aligned} \quad (1)$$

з початковими умовами

$$T_{k,m,i}(0) = T_a, \quad k=1,...,K; \quad m=1,2; \quad i=1,...,N+1. \quad (2)$$

та умовами на границях

$$\begin{aligned} T_{k,2,1}(t) &= T_{k,1,1}(t); \quad T_{k,2,N+1}(t) = T_{k,1,N+1}(t), \quad k=1,...,K, \\ T_{k,1,N+1}(t) &= T_{k+1,1,1}(t), \quad k=1,...,K-1; \quad T_{K,1,N+1}(t) = T_a. \end{aligned} \quad (3)$$

У цих рівняннях невідомі температури $T_{n,p}^k(x,t)$ у вітках термоелементів n - і p -типу провідності k -ого каскаду позначені через $T_{k,m,i}(t)$, де індекси означають: $k=1,...,K$ - номер каскаду; $m=1,2$ - номер вітки ($m=1$ - n -вітка, $m=2$ - p -вітка); $i=1,...,N+1$ - номер вузла по координаті ($N=1/h$, h - крок по координаті). Дискретизовані праві частини рівнянь в [1], які описують нестаціонарний процес охолодження, F_k та $f_{k,m,i}$ мають вигляд:

$$\begin{aligned} F_1 &= (n_1 / g_1)[q_0 - K_H(s_n + s_p)(T_{1,1,1} - T_a) + \kappa_n(T_{1,1,1})(s_n / Lh)(T_{1,1,2} - T_{1,1,1}) - \\ &- \alpha_n(T_{1,1,1})I(t)T_{1,1,1} + \kappa_p(T_{1,2,1})(s_p / Lh)(T_{1,2,2} - T_{1,2,1}) - \alpha_p(T_{1,2,1})I(t)T_{1,2,1} + \\ &+ I^2(t)r_0(1/s_n + 1/s_p)] \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned}
F_k = & (n_{k-1} / g_k)[- \kappa_n(T_{k-1,1,N+1})(s_n / Lh)(T_{k-1,1,N+1} - T_{k-1,1,N}) + \\
& + \alpha_n(T_{k-1,1,N+1})I(t)T_{k-1,1,N+1} - \kappa_p(T_{k-1,2,N+1})(s_p / Lh)(T_{k-1,2,N+1} - T_{k-1,2,N}) + \\
& + \alpha_p(T_{k-1,2,N+1})I(t)T_{k-1,2,N+1} + I^2(t)r_0(1/s_n + 1/s_p)] - \\
& - (n_k / g_k)[- \kappa_n(T_{k,1,1})(s_n / Lh)(T_{k,1,2} - T_{k,1,1}) + \alpha_n(T_{k,1,1})I(t)T_{k,1,1} - \\
& - \kappa_p(T_{k,2,1})(s_p / Lh)(T_{k,2,2} - T_{k,2,1}) + \alpha_p(T_{k,2,1})I(t)T_{k,2,1} - \\
& - I^2(t)r_0(1/s_n + 1/s_p)], \quad k = 2, \dots, K,
\end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned}
f_{k,m,i} = & (1/c_m L^2 h^2)[\kappa_m(T_{k,m,i+1})T_{k,m,i+1} - (\kappa_m(T_{k,m,i+1}) + \kappa_m(T_{k,m,i}))T_{k,m,i} + \\
& \kappa_m(T_{k,m,i})T_{k,m,i-1}] + \rho_m(T_{k,m,i}) \frac{I^2(t)}{c_m s_m^2} - \frac{I(t)T_{k,m,i}}{c_m s_m L} \frac{\partial \alpha_m(T_{k,m,i})}{\partial T} \frac{T_{k,m,i} - T_{k,m,i-1}}{h}, \quad (6) \\
& k = 1, \dots, K; m = 1, 2; i = 2, \dots, N.
\end{aligned}$$

У цих рівняннях характеристики напівпровідникових матеріалів віток, а саме коефіцієнт Зеебека $\alpha(T)$, питомий опір $\rho(T)$, теплопровідність $\kappa(T)$ є заданими функціями температури. Питома теплоємність $c_{n,p}$, площа перерізу віток $s_{n,p}$, їх довжина L , кількість термоелементів в каскадах n_k , електричний контактний опір r_0 , коефіцієнт теплообміну K_H холодної поверхні пристрою з навколишнім середовищем, теплоємності охолоджувального об'єкта і електроізоляційних пластин g_k , тепловиділення теплового навантаження q_0 , температура навколишнього середовища T_a – задані константи.

Струмом I , що протікає у вітках і забезпечує охолодження, можна керувати, змінюючи його величину з часом в межах $I \in G_I$, $G_I = \{0, I_{\max}\}$. Одна з раціональних оптимізаційних задач полягає у визначенні оптимальної функції струму $I(t)$ такої, що мінімізує температуру охолодження $T_n^{(1)}(0, \theta)$ пристрою за певний проміжок часу θ , тобто забезпечує мінімум функціоналу $\Phi = T_{1,1,1}(\theta)$.

Розв'язок такої оптимізаційної задачі задається принципом максимуму Понтрягіна. Для кожного моменту часу t повинна задовольнятися умова максимуму:

$$H(T(t), I(t), \psi(t)) = \max_{I \in G_I} H(T(t), I, \psi(t)), \quad (7)$$

де функція Гамільтона H має вигляд

$$H = \sum_{k=1}^K \left(\Psi_k F_k + \sum_{m=1}^2 \sum_{i=2}^N \psi_{k,m,i} f_{k,m,i} \right). \quad (8)$$

Допоміжні (спряжені до T) функції $\Psi_k(t)$ і $\psi_{k,m,i}(t)$ повинні задовольняти дискретизовану спряжену до (1) систему диференціальних рівнянь з відповідними умовами трансверсальності.

Задача розв'язувалась чисельним методом за допомогою ітераційного алгоритму, який було реалізовано в середовищі Matlab.

Приклади результатів розрахунку оптимальних функцій струму живлення для одно- і двокаскадного термоелектричних модулів з матеріалів на основі Bi-Te наведені на рис.1,2 відповідно. Тут показані розраховані оптимальні залежності струму (пунктирні криві) від безрозмірного параметру часу $I(t/\theta)$, що мінімізують температуру охолодження модулів T_c в різні кінцеві моменти часу θ . На цих ж рисунках показано, як знижується температура охолодження T_c в залежності від часу за умов використання цих оптимальних залежностей струму.

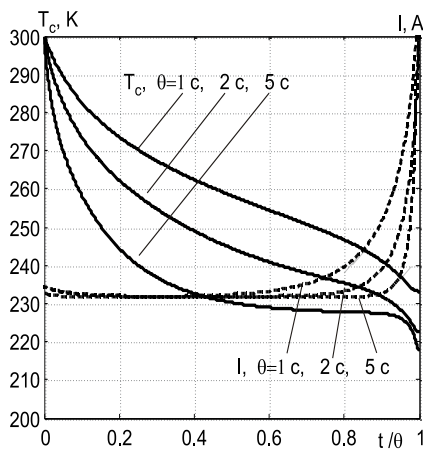


Рис.1.

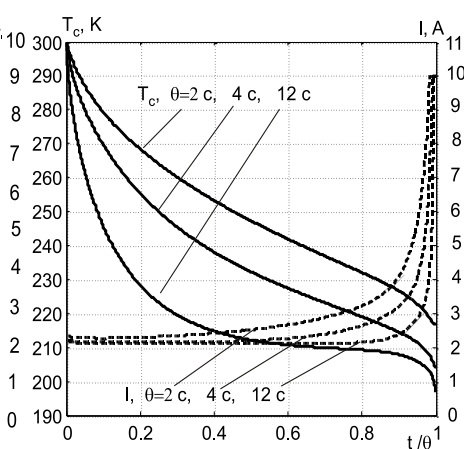


Рис.2.

Аналіз результатів показав, що застосування оптимальних функцій струму $I(t)$ дозволяє досягнути суттєво нижчих температур охолодження в порівнянні з використанням постійного струму живлення термоелементів [1].

Література

1. Коцур М.П. Поведінка нестационарного процесу термоелектричного охолодження. / М.П. Коцур // XXIII Міжнародна конференція “Прийняття рішень в умовах невизначеності” (PDMU-2014). 12-16 квітня, 2014. Тези доповідей. – Київ: «Освіта України», 2014. – С. 118.

ФІЛЬТРАЦІЯ ПІДМНОЖИН ТОЧОК В СКІНЧЕНОМІРНОМУ ПРОСТОРИ

Кудін Г.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

kudin@unicyb.kiev.ua

В роботі [1] були запропоновані ідеї синтезу систем класифікації, кластеризації сигналів, які базуються на використанні властивостей псевдообернених матриць. Пропонується розвиток подібного роду засобів синтезу систем, включаючи аналіз лінійної віддільності скінчених множин.

Нехай $x = (x_1, \dots, x_m)^T$ визначає вектор ознак, який характеризує розглядуваний сигнал. Для послідовності векторів $x(1), \dots, x(n)$ в просторі ознак, елементи якої відповідають різним реалізаціям досліджуваних сигналів, формулюється задача лінійної класифікації.

Задана деяка скінчена множина точок

$$\Omega_x = \{x: x(j) \in R^m, \quad j = \overline{1, n}\}$$

і вона лінійно невіддільна від початку координат, тобто $\exists a \in R^m, \|a\| > 0$, для якого $a^T (x \geq) j = \overline{1, n}$,.

Виникає питання: яка підмножина точок $\Omega_f \in \Omega_x$ не дозволяє цій множині бути лінійно віддільною. При цьому бажано було б знайти таку підмножину точок $\Omega_f \in \Omega_x$ з мінімальною кількістю в ній елементів. Поставлена задача, з точки зору її класичного розв'язку, при великих значеннях n і m - складна, тому пропонується розв'язати її послідовними виключеннями елементів, які найбільше несприятливо впливають на лінійну віддільність множин, і таким способом здійснити фільтрацію лінійно віддільних підмножин.

Література

1. Кириченко Н.Ф., Кудин Г.И. Анализ и синтез систем классификации сигналов средствами возмущений псевдообратных и проекционных операций // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – №3. – С. 47-57.

ГЕНЕРАТОР ФЛУКТУАЦІЇ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ ПРОЦЕДУРИ З НАПІВМАРКОВСЬКИМИ ПЕРЕКЛЮЧЕННЯМИ

¹Кукурба В.Р., ²Чабанюк Я.М.

¹Національний університет "Львівська політехніка"

²Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

vkuku@i.ua, yaroslav_chab@yahoo.com

Неперервна процедура стохастичної оптимізації (ПСО) в схемі дифузійної апроксимації задається еволюційним рівнянням [1]:

$$du^\varepsilon(t)/dt = a(t)C^\varepsilon(u^\varepsilon(t); x(t/\varepsilon^4)), \quad (1)$$

де $C^\varepsilon(u; x) = (C(u + b(t); x) - C(u - b(t); x)) / 2b(t) + \varepsilon^{-1}C_0(u; x)$, $x(t), t > 0$ рівномірно ергодичний напівмарковський процес у фазовому просторі станів $(X, \mathcal{X})$, $u^\varepsilon(t)$ – випадкова еволюція, ε – малий параметр.

Досліджуються нормовані флуктуації для ПСО (1):

$$v^\varepsilon(t) = \varepsilon^{-1}\sqrt{t}[u^\varepsilon(t) - \varepsilon C_0^\varepsilon(t)], \quad (2)$$

де $C_0^\varepsilon(t) = \varepsilon^{-2}a \int_{t_0}^t C_0(u^\varepsilon(s); x(s/\varepsilon^4)) / s ds$.

Використано розширений процес марковського відновлення для флуктуацій (2): $v_n^\varepsilon := v^\varepsilon(\tau_n^\varepsilon)$, $w_n^\varepsilon := C_n^\varepsilon := C_0^\varepsilon(\tau_n^\varepsilon)$, $x_n^\varepsilon := x(\tau_n^\varepsilon)$, $\tau_n^\varepsilon := \varepsilon^4 \tau_n$, $n \geq 0$.

Лема. Генератор розширеного процесу марковського відновлення на тест-функціях $\varphi(v, w, \cdot) \in C^{3,3}(R \times R)$ допускає представлення:

$$L_t^\varepsilon \varphi(v, w, x) = [\varepsilon^{-4}Q + \varepsilon^{-2}a/tQ_1(x)P + \varepsilon^{-1}a/\sqrt{t}Q_2(x)P + \\ + a/tQ_3(x)P + \theta_L^\varepsilon(x)]\varphi(v, w, x)$$

де Q генератор марковського процесу,

$$Q_1(x)\varphi(v, w) = C_0(x)\varphi'_w(v, w),$$

$$Q_2(x)\varphi(v, w) = (1 + z/\sqrt{t})C^{(1)}(x)\varphi'_v(v, w)$$

$$Q_3(x)\varphi(v, w) = [C^{(2)}(v, w, x)\varphi'_v(v, w) + (a/t)\mu_2(x)C_0^2(x)\varphi''_w(v, w) + \\ + (z^2/2)C_0^{(2)}(x)\varphi''_w(v, w)], \quad \mu_2(x) = g_2(x)/2g(x),$$

а залишковий член $\theta_L^\varepsilon(x)$ такий, що $\|\theta_L^\varepsilon(x)\varphi(v, w, x)\| \rightarrow 0, \varepsilon \rightarrow 0$.

Література

1 Кукурба В.Р. Асимптотична дифузійність флуктуацій неперервної оптимізаційної процедури в напівмарковському середовищі / В.Р. Кукурба, Я.М. Чабанюк, А.В. Кінаш // Вісник Київського Національного університету ім. Т. Шевченка. Серія фіз.-мат. науки – 2013. - №2. – С. 184-190.

ФЛУКТУАЦІЇ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ ПРОЦЕДУРИ З НАПІВМАРКОВСЬКИМИ ПЕРЕКЛЮЧЕННЯМИ

Кукурба В.Р., Чабанюк Я.М., Гошко Л.Б.

Національний університет "Львівська політехніка"

vkuku@i.ua

Неперервна процедура стохастичної оптимізації з напівмарковськими переключеннями в схемі дифузійної апроксмації задається еволюційним рівнянням [1]:

$$\frac{du^\varepsilon(t)}{dt} = a(t)C^\varepsilon(u^\varepsilon(t); x(\frac{t}{\varepsilon^4})), \quad (1)$$

де $C^\varepsilon(u; x) = (C(u + b(t); x) - C(u - b(t); x)) / 2b(t) + \varepsilon^{-1}C_0(u; x)$. Функція регресії $C(u; x), u \in R, x \in X$, залежить від рівномірно ергодичного напівмарковського процесу $x(t), t > 0$ у фазовому просторі станів (X, X) , $u^\varepsilon(t)$ – випадкова еволюція, ε - малий параметр серій. Для функції збурення $C_0(u; x)$ виконується умова балансу $PC_0(0; x) := \int_X \rho(dx)C_0(x) = 0$, тут $\rho(B), B \in X$ - стаціонарний розподіл вкладеного ланцюга Маркова $x_n := x(\tau_n), n \geq 0$.

Асимптотична дифузійність ПСО (1) досліджується для нормованих флуктуацій

$$v^\varepsilon(t) = \varepsilon^{-1}\sqrt{t}[u^\varepsilon(t) - \varepsilon C_0^\varepsilon(t)], \quad (2)$$

де дифузійне збурення $C_0^\varepsilon(t)$ визначається через $C_0(u; x)$ з (1):

$$C_0^\varepsilon(t) = \varepsilon^{-2}a \int_{t_0}^t C_0(u^\varepsilon(s); x(s/\varepsilon^4)) / s ds.$$

Лема. Нормована флуктуація (2) задовольняє стохастичне диференціальне рівняння

$$dv^\varepsilon(t) = \varepsilon^{-1} \frac{a}{\sqrt{t}} \nabla_{b(t)} C(\varepsilon(\frac{v^\varepsilon(t)}{\sqrt{t}} + C_0^\varepsilon(t)), x(\frac{t}{\varepsilon^4})) dt + \frac{v^\varepsilon(t)}{2t} dt.$$

Література

1. Кукурба В.Р. Асимптотична дифузійність флуктуацій неперервної оптимізаційної процедури в напівмарковському середовищі / В.Р. Кукурба, Я.М. Чабанюк, А.В. Кінаш // Вісник Київського Національного університету ім. Т. Шевченка. Серія фіз.-мат. науки – 2013. - №2. – С. 184-190.

ПРО ДЕЯКІ УЗАГАЛЬНЕННЯ ВЛАСТИВОСТІ РОЗКЛАДУ ВЛАСНОГО ВЕКТОРА ДЛЯ РОЗКЛАДНИХ МАТРИЦЬ

Лебедєв О.А.

alex-lebedev@hotmail.com

Узагальнимо властивість розкладу власного вектора яку було розглянуто для випадку нерозкладної стохастичної матриці у [1].

Теорема:

Нехай $A^m = \begin{pmatrix} \lambda_1^m & a_{12}^m & \cdots & a_{1t_m}^m \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \lambda_r^m & a_{r2}^m & \cdots & a_{rt_m}^m \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \lambda_{t_m}^m & a_{t_m2}^m & \cdots & a_{t_mt_m}^m \end{pmatrix}$ деяка нерозкладна стовпцево-

стохастична підматриця, що відповідає класу суттєвих станів S^m , розкладної марковської матриці A , а A_r^m , $1 \leq r \leq t_m$, - стовпцево-стохастична матриця, яка складається з одиниці на r -му місці першого стовпчика та нулів на всіх решті місцях. Нехай y^m, y_r^m - ймовірнісні власні вектори матриць A^m, A_r^m , $1 \leq r \leq t_m$ відповідно, що відповідають власному значенню 1. Тоді вектор y^m є опуклою комбінацією $y_1^m, \dots, y_{t_m}^m$, а саме $y^m = k_1^m y_1^m + \dots + k_{t_m}^m y_{t_m}^m$. Вектор $k^m = (k_1^m, \dots, k_{t_m}^m)$ визначається з рівності $k^m = \frac{1}{(\lambda^m)^T} \lambda^m \circ \tilde{y}^m$, де $\lambda^m = (\lambda_1^m, \dots, \lambda_{t_m}^m)^T$,

$\tilde{y}^m \equiv \left(\frac{1}{[y_1^m]^1}, \dots, \frac{1}{[y_{t_m}^m]^1} \right)^T$ - додатній вектор, а символ $\circ$ означає

покомпонентний добуток векторів.

Література

1. Бобиляк А. (2007). Методи пошуку оптимальних стратегій марковського процесу прийняття рішень на основі властивостей власного вектора. Математичний вісник НТШ, 4, 17-25.

ВЫБОР В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И ПРИНЦИП УДОВОЛЬСТВИЯ ФРЕЙДА

Леонтьев В.О.
evolutdyn@rambler.ru

В докладе приведены некоторые эксперименты, не совместимые с кумулятивной теорией перспектив (СРТ). Предлагается новая модель на основе принципа удовольствия Фрейда, который утверждает, что субъект принимает то решение, которое вызывает максимальную сумму эмоций. Эта модель объясняет приведенные эксперименты со средней точностью 25%. В модели Фрейда функция полезности в обобщенной форме записывается в виде

$$U = \text{Надежда} + \text{Разочарование} + \text{Сожаление}$$

Все эти компоненты по отдельности рассматривались ранее. Например, разочарование [1,2], сожаление [3,4]. Рассмотрим перспективу $A = (x, p; y, 1-p)$. Эта запись означает, что субъект может получить сумму $\$x$ с вероятностью p или сумму $\$y$ с вероятностью $1-p$. В этой перспективе

$\text{Надежда} = v(x)p + v(y)(1-p)$, $\text{Разочарование} = \gamma p(v(x) - v(y))(1-p)$ и в частном случае, когда $\text{Сожаление} = 0$ получаем

$$U(A) = v(x)p + v(y)(1-p) - \gamma p(v(x) - v(y))(1-p) \text{ см. также [7].}$$

Здесь $\gamma = 0.8$ – коэффициент страха разочарования, $v(x)$ – функция ценности.

В СРТ функция полезности имеет вид $U(A) = v(x)\pi(p) + v(y)(1-\pi(p))$. Эту формулу можно интерпретировать как $U(A) = \text{Надежда}$ с учетом искажения вероятности $\pi(p)$.

Пусть x и y таковы, что $A = (x, 1/2; y, 1/2) \sim 0$, $x > 0$, $y < 0$, $x > |y|$. Используя модель Фрейда при нулевом сожалении получим

$$v(x) = -v(y) \frac{1 + \frac{\gamma}{2}}{1 - \frac{\gamma}{2}} = -2.33v(y). \quad \text{Эта формула согласуется с}$$

экспериментами см. Table 6 в (Tversky, A., Kahneman, D, 1992).

В Table 3 в [5] приведены экспериментальные данные вида $(x, p; y, 1-p) \sim (c)$. Эти данные описываются с помощью модели Фрейда со средней точностью 22%.

Экспериментальные данные из [6] описываются моделью Фрейда со средней точностью 16%.

Литература

1. Bell D. (1985). Disappointment in decision making under uncertainty. *Operations Research*, **33**, 1-27.
2. Loomes G., Sugden R. (1986). "Disappointment and dynamic consistency in choice under uncertainty," *Review of Economic Studies* 53, 271–82.
3. Bell D. (1982). Regret in decision making under uncertainty. *Operations Research*, **30**, 961-981.
4. Loomes G., Sugden R. (1982). "Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty," *Economic Journal* 92, 805–24.
5. Tversky A., Kahneman D. (1992). Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty', *Journal of Risk and Uncertainty*, 5, 297±323.
6. Andreoni J., Harbaugh W. T. (2009): "Unexpected Utility: Experimental Tests of Five Key Questions about Preferences over Risk," Mimeo.
7. Andreoni J., Sprenger C. 2011. Uncertainty Equivalents: Testing the Limits of the Independence Axiom. National Bureau of Economic Research Working P. 17342.

НЕЛІНІЙНА МОДЕЛЬ ПОПИТУ ТА ПРОПОЗИЦІЇ З ЛОГІСТИЧНОЮ ПРОПОЗИЦІЄЮ

Лопатін О.К., Літошко А.М.

Національний технічний університет України «КПІ»

lopatalalexey142@gmail.com

litoshko.andriy@gmail.com

Хаотична поведінка з'являється лише за наявності нелінійності. Розглянемо типовий приклад коли при низьких цінах пропозиція зростає повільно, наприклад через величину стартових інвестицій та фіксовані ціни на продукцію. Крім того припустимо, що при високих цінах пропозиція зростає повільно, наприклад через обмеження ємкості. Це призводить до необхідності S – подібної кривої пропозиції. Логістичне рівняння задає подібну криву. В термінах очікуваних цін, ці рівняння попиту (1), пропозиції (2) та власне припущення очікуваних цін (3) мають вигляд:

$$q_t^d = a - bp_t, b > 0 \quad (1)$$

$$q_t^s = \frac{KP_0 e^{rp_t^e}}{K + P_0 \left(e^{rp_t^e} - 1 \right)}, K > 0, P_0 > 0 \quad (2)$$

$$p_t^e = p_{t-1}^e + \lambda \left(p_{t-1} - p_{t-1}^e \right), 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (3)$$

де q_t^d – попит в період t , q_t^s – пропозиція в період t , p_t – ціна в період t , p_t^e – очікувана ціна в період t , λ – коефіцієнт адаптації, a , b , P_0 , K – параметри моделі.

При $\lambda = 1$ – маємо «наївну модель» очікуваної ціни[1]. В загальному вигляді рівняння (3) задає адаптивну модель очікуваних цін [2]. При побудові моделі застосуємо умову ринкової рівноваги:

$$q_t^d = q_t^s \quad (4)$$

З рівнянь (1), (2), (3) та (4) отримаємо рівняння динаміки очікуваних цін (5):

$$p_{t+1}^e = (1 - \lambda) p_t^e + \frac{\lambda a}{b} - \lambda \frac{KP_0 e^{rp_t^e}}{K + P_0 \left(e^{rp_t^e} - 1 \right)} \quad (5)$$

Побудована модель має єдину точку рівноваги при наступних параметрах: $a = 0.7$, $b = 0.25$, $K = 1$, $P_0 = 0.5$, $r = 5$, $\lambda = 0.3$.

В результаті моделювання в програмі EFCNAOS виявлено, що при збільшенні параметра K в моделі виникають граничні цикли різних періодів та хаотичні атрактори. При цьому хаотична поведінка залежить також від параметрів моделі a та λ .

Для ілюстрації поведінки системи наведемо відповідні діаграми:

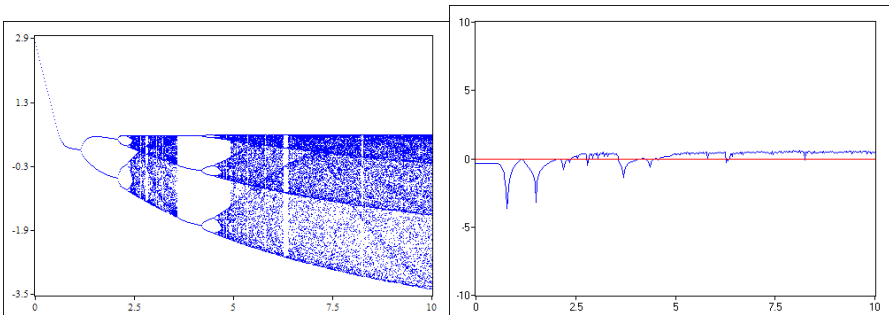


Рисунок 1 – Біфуркаційна діаграма (p^e_t, K) (зліва) та графік старшого показника Ляпунова (справа) при $K \in [0, 10]$.

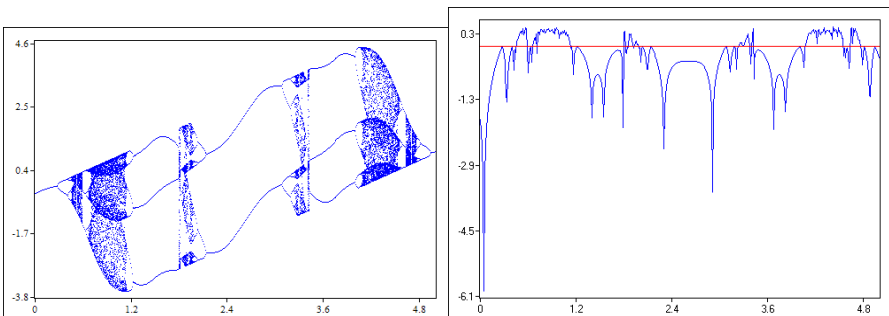


Рисунок 2 – Біфуркаційна діаграма (p^e_t, a) (зліва) та графік старшого показника Ляпунова (справа) при $a \in [0, 5]$ ($K = 5$).

Література

- 1 Ezekiel, M. (1938). The cobweb theorem. Quarterly Journal of Economics, 52, 255–280.
- 2 Nerlove, M. (1958). Adaptive expectations and cobweb phenomena. Quarterly Journal of Economics, 72, 227–240.

ПОБУДОВА АЛГОРИТМІВ ЕФЕКТИВНИХ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ НА БАГАТОПРОЦЕСОРНИХ КОМПЛЕКСАХ

Марцафей А.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

anna_shine@i.ua

Виходячи з принципів розпаралелення, запропоновано ефективний алгоритм моделювання процесів, що описуються системами рівнянь Нав'є-Стокса, на багатопроцесорних обчислювальних комплексах.

Необхідність використання багатопроцесорних систем [1] пов'язана з розв'язуванням відповідних скінчено-різницевої задачі з великою кількістю невідомих.

При побудові алгоритму розпаралелювання використано принципи розпаралелювання за рівняннями системи та за розщепленням даних.

Алгоритм розрахований на багатопроцесорну архітектуру MIMD. Для даної схеми алгоритму використано двокрокову скінченно-різницевою схему [2, 3].

Оскільки невідомі обчислюються незалежно один від одного, то для них використовуються окремі групи процесорів. Це дозволяє всю сіткову область розщепити на окремі підобласті і в кожній з них проводити розрахунки своїм процесором з мінімальним перекриттям.

Для обчислення функції тиску використовуємо алгоритм [4].

В алгоритмі оптимізується кількість обмінів між локальною пам'яттю і загальною.

Література

1. Химич А.Н. Параллельные алгоритмы решения задач вычислительной математики / И.Н. Молчанов, А.В. Попов, Т.В. Чистякова, М.Ф. Яковлев. – Киев: Видавництво «Наукова думка», 2008. – 247 с.
2. Грищенко О.Ю. Модифікація ДС-алгоритму розв'язування початково-крайових задач для системи рівнянь Нав'є-Стокса / Довбня П.І. // Журнал обчислювальної та прикладної математики. – 2011. – № 3 (106). – С. 19-26.
3. Марцафей А.С. Обґрунтування ДС-алгоритмів при моделюванні ізотермічних потоків нестислої рідини // Журнал обчислювальної та прикладної математики. – 2014. – № 3(117). – С. 66-75.
4. Марцафей А.С. Застосування чисельного ДС-алгоритму для ітераційного моделювання стаціонарних процесів переносу // Журнал обчислювальної та прикладної математики. – Київ. – 2009. – Вип. № 3(99). – С. 63-69.

СИНТЕЗ БАГАТОВИМІРНИХ МОДАЛЬНИХ РЕГУЛЯТОРІВ

Матвієнко В.Т., Іванов Є.О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

matvienko.vt@gmail.com, evg_iv@i.ua

При проектуванні асимптотично стійких систем керування необхідно забезпечити перевід системи в задану точку фазового простору з бажаною якістю стійкості, тобто вибором власних значень замкнутої системи керування. У випадку неможливості досягнення заданої точки простору, вказується помилка досягнення. Зменшення помилки досягнення заданої точки фазового простору досягається за рахунок вибору структури розподілу керуючих сигналів. Наводиться процедура оптимального синтезу системи керування.

Розглянемо лінійну стаціонарну систему регулювання, що описується наступним співвідношенням

$$\frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + Bu(t). \quad (1)$$

Будемо припускати, що система (1) цілком керована. За допомогою вибору зворотного зв'язку у вигляді $u(t) = Cx(t)$ забезпечимо (1) якість асимптотичної стійкості за рахунок вибору власних значень замкнутої системи. Необхідні власні значення замкнутої системи будемо забезпечувати за рахунок вибору коефіцієнтів підсилення регулятора. При цьому коефіцієнти характеристичного рівняння замкнутої системи будемо припускати заданими. Задача побудови модального регулятора зводиться до наступної задачі керування системою з дискретним аргументом

$$p(k+1) = p(k) - P(k)S^T(b_{k+1}, A(k))c_{k+1}, \quad A(k+1) = A(k) + b_{k+1}c_{k+1}^T,$$

$k = 0, 1, 2, \dots, m-1$, з початкового стану $p(0) = p$, $A(0) = A$ у фінальний $p(m) = a$.

При проектуванні асимптотично стійких систем керування задається точка $\bar{x}$ у фазовому просторі, в яку повинна перейти динамічна система з постійним впливом на керування $u(t) = Cx(t) - \bar{u}$. Обираючи зовнішні впливи для асимптотично стійкої системи (1) з множини

$$\bar{u} \in \left\{ \bar{u} : \left[(A + BC)^{-1} B \right]^+ \bar{x} + \left(E_m - \left[(A + BC)^{-1} B \right]^+ (A + BC)^{-1} B \right) v, \quad \forall v \in R^m \right\}$$

забезпечується збіжність траєкторії системи до точки $\bar{x}$ у фазовому просторі.

ПРО ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА РЕАЛІЗАЦІЇ СТАНІВ РІВНОВАГИ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ З ЗАЛЕЖНОЮ ВІД ЦІН СТРУКТУРОЮ СПОЖИВАННЯ ТОВАРІВ

Махорт А.П.

Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України

map@bitp.kiev.ua

Однією з основних характеристик у описі поведінки економічних систем є ціна. Ціна будь-якого товару в економічній системі формується в результаті досягнення згоди між тим, хто його потребує та тим, хто ним володіє. Інакше кажучи, встановлюється рівновага попиту і пропозиції товарів. Принципи рівноваги допускають перевищення пропозицією попиту, якщо ж попит більше за пропозицію рівновага порушуватиметься. Але і випадок, коли пропозиція більше попиту теж може призводити до несприятливих наслідків. Наявність на ринку деяких типів товарів, які лише частково споживатимуться, створюватиме потенційну загрозу функціонуванню для їх виробників. Уникненню появи небажаних сценаріїв розвитку сприятиме знання інформації про економічні характеристики, пов'язані з надлишковою пропозицією. Вплив на формування споживчих інтересів мають різні чинники. Серед них є і ціна товару. Структуру споживання n типів товарів в економічній системі утвореної l споживачами, що залежить від вектора цін p , можна

описати за допомогою матриці $\|c_{kj}(p)\|_{k=1, j=1}^{n, l}$. Якщо кінцеве

споживання товарів визначатиметься вектором $\{\psi_i\}_{i=1}^n$, то надлишкова пропозиція товарів характеризуватиметься вектором з

компонентами $\left\{ \psi_k - \sum_{i=1}^l c_{ki}(p) y_i \right\}_{k=1}^n$, де $\{y_i\}_{i=1}^l$ – ступені задоволення

потреб споживачів. Можна оцінити, за яких рівнів споживання з'являтимуться надлишкові обсяги товарів в економічній системі. Через зв'язок між рівнями оподаткування та ступенями задоволення потреб споживачів є можливість з'ясувати і значення рівнів оподаткування, які відповідатимуть порушенню рівності між попитом і пропозицією. Варто відзначити, що стратегія оподаткування є інструментом впливу на поведінку економічної системи. Зокрема, вибір стратегії оподаткування безпосередньо впливає на ціноутворення, а тому і на формування споживчих інтересів.

КООПЕРАТИВНА ГРА З НЕЧІТКОЮ МНОЖИНОЮ ДОЗВОЛЕНИХ КОАЛІЦІЙ

Мащенко С.О., Моренець В.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

msomail@yandex.ua, v.i.morenets@gmail.com

Кооперативна теорія ігор розв'язує задачу «справедливого» розподілу прибутку між гравцями у випадку їхньої співпраці. У випадку, коли не кожна група гравців має можливість співпрацювати, виникає кооперативна гра з обмеженою кооперацією. В деяких випадках буває також складно чітко вказати заборонені коаліції.

В цій роботі розглядається С-ядро кооперативної гри з нечіткою множиною дозволених коаліцій. Якщо узагальнити на цей випадок концепцію С-ядра, то ми одержимо задачу, яку можна сформулювати у такому вигляді:

$$g(x) \rightarrow \min, \sum_{i \in N} x_i = v(N) \quad (1)$$

$$\sum_{i \in S} x_i \geq v(S), S \in \tilde{\Omega}, \quad (2)$$

де запис (2) слід розуміти таким чином. Нехай $F_S = \{x = (x_1, \dots, x_n) \mid \sum_{i \in N} x_i = v(N), \sum_{i \in S} x_i \geq v(S)\}$ – множина векторів x , які задовольняють обмеженню (2) для коаліції $S \in \Omega$. Тоді запис вигляду (2) означає, що множина допустимих розв'язків задачі (1), (2) повинна задаватися як $\tilde{F} = \bigcap_{S \in \tilde{\Omega}} F_S$, де згідно [1] $\tilde{\bigcap}_{S \in \tilde{\Omega}} F_S$ – перетин нечіткої множини $\tilde{M}$ чітких множин F_S , який представляє собою нечітку множину типу 2.

У доповіді розглядається трьох-критеріальна задача пошуку раціонального розв'язку (1), (2) та підхід до отримання наближеного розв'язку цієї задачі.

Література

1. Мащенко С.О. Операции пересечения и объединения нечеткого множества нечетких множеств / С.О. Мащенко // Искусственный интеллект. – 2012. – № 2. – С. 111 - 122.

ВЛАСТИВОСТІ ЛОКАЛЬНИХ ЛІНІЙНИХ СТІЙКИХ АДЕКВАТНИХ АЛГЕБРАЇЧНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Меньшиков Ю.Л.

Дніпропетровський національний університет ім.О.Гончара

Menshikov2003@list.ru

У багатьох випадках математичні моделі фізичного процесу будуються у вигляді алгебраїчних співвідношень між характеристиками цього процесу [1,2]. Розглянемо основні властивості, які характерні таким моделям.

Нехай фізичний процес у початковий момент часу $t=0$ характеризується нескінченною кількістю змінних (характеристик) $q_1, q_2, \dots, q_n, \dots$. Далі ці змінні перетворюються за час T за деяким алгоритмом в інші показники фізичного процесу $u_1, u_2, \dots, u_k$. Якщо алгоритм цього перетворення за часом повторюються стійким чином, тоді можливо побудувати алгебраїчний зв'язок між змінними $q_1, q_2, \dots, q_n, \dots$ та показниками $u_1, u_2, \dots, u_k$. Якщо тільки деякі характеристики процесу $q_1, q_2, \dots, q_n$ змінюються за часом або головний вплив на показники $u_1, u_2, \dots, u_k$ мають тільки характеристики $q_1, q_2, \dots, q_n$, тоді цей наближений зв'язок можливо дати у вигляді:

$$\tilde{\varphi}(q_1, q_2, \dots, q_n) = (\tilde{\varphi}_1(q_1, q_2, \dots, q_n), \dots, \tilde{\varphi}_k(q_1, \dots, q_n))^T \cong (u_1, \dots, u_k)^T. \quad (1)$$

Якщо обмежитися тільки малими змінами характеристик $q_1, q_2, \dots, q_n$ в області D навколо точки $(q_1^0, q_2^0, \dots, q_n^0)$, тоді будь-яку функцію $\tilde{\varphi}_j(q_1, q_2, \dots, q_n)$ в (1) можливо наближено замінити лінійною залежністю:

$$A\bar{q} = \bar{u}, \quad \bar{q} = (q_1, q_2, \dots, q_n)^T, \quad (2)$$

де A – матриця лінійних математичних моделей зв'язку вектора $\bar{q}$ з вектором $\bar{u} = (u_1, u_2, \dots, u_k)^T$ розміром $k \times n$.

Будемо вважати, що фізичний процес є спостережуваним: експериментальним шляхом отримано виміри вибраних характеристик фізичного процесу.

Означення: локальну лінійну математичну модель типу (2) будемо називати адекватною та стійкою, якщо результати математичного моделювання процесу за допомогою моделі (2) співпадають з

результатами експериментальних вимірів (з точністю проведення експерименту) та є стійкими до малих змін початкових даних.

Відзначимо особливості локальних лінійних стійких адекватних математичних моделей фізичного процесу в алгебраїчній формі:

1. Існує нескінченна множина математичних моделей типу (2), які задовольняють умовам адекватності;
2. Математичні моделі типу (2) при будь-якому виборі параметрів $a_{k,1}, a_{k,2}, \dots, a_{k,n}$ (коефіцієнти матриці A) є наближеними;
3. Математичні моделі типу (2) адекватні тільки у малому околі точки $(q_1^0, q_2^0, \dots, q_n^0)$;
4. Для отримання стійких параметрів математичних моделей необхідно застосовувати спеціальні методи регуляризації.

Слід зауважити, що немає сенсу досліджувати поведінку параметрів локальної лінійної стійкої адекватної математичної моделі за умови зниження похибки початкових даних.

У якості прикладу виконано розрахунок адекватної математичної моделі процесу виплавки сталі з застосуванням реальних вимірів.

Література

1. Menshkov Yu.L. Features of Parameters Identification of Algebraic Mathematical Models. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), Vol. 4, No. 5, May, 2014, p. 5.
2. Menshikov Yu.L. Identification of Mathematical Model Parameters of Stationary Process, Journal of Applied Mathematics and Physics, v.2, n. 5, April 2014, p.189-193.

УЗАГАЛЬНЕНА ЗАДАЧА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ З НЕЧІТКОЮ МНОЖИНОЮ СТАНІВ ПРИРОДИ

Мілевська Д. В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

diana.milevskaya@gmail.com

У доповіді розглядається задача прийняття рішень в умовах невизначеності: $f(x, s) \rightarrow \max, x \in X, s \in S$, де X - задана множина альтернатив з евклідового простору E , S - скінченна множина станів природи.

Уводиться відношення переваги $R(s)$ на множині альтернатив X для кожного стану природи $s \in S$ наступним чином:

$$f(x_1, s) \geq f(x_2, s) \Leftrightarrow x_1 R(s) x_2.$$

У доповіді розглядається випадок, коли особа, що приймає рішення, не може чітко вказати, які стани природи будуть впливати на рішення, а може лише задати деяку їхню нечітку підмножину $\tilde{S} \subseteq S$ з функцією належності $\sigma : S \rightarrow [0,1]$.

В цих умовах виникає задача прийняття рішень в умовах невизначеності з нечіткою множиною станів природи $\tilde{S} \subseteq S$. Вона полягає у знаходженні нечіткої множини альтернатив, невідомованих за нечітким відношенням типу 2, яке є об'єднанням нечіткої множини $\tilde{S} \subseteq S$ чітких відношень $R(s)$, $s \in S$, $[1, 2]$.

Уведене поняття максимізуючого нечіткого слабо-ефективного розв'язку даної задачі, який знаходиться за умовою

$$\max_{x \in X} \min_{y \in X} \max_{s \in S} \{ \sigma(s) | r_s(y, x) = 0 \}$$

Література

- 1 Машенко С.О. Операции пересечения и объединения нечеткого множества нечетких множеств / С.О. Машенко // Штучний інтелект. — 2012. — № 2. — С. 111-122.
2. Машенко С.О. Задача багатокритеріальної оптимізації з нечіткою множиною критеріїв / С.О. Машенко, О.М. Бовсунівський // Вісник Київського університету. Серія: фіз.-мат. науки. – 2012. – № 1. – С. 75-81.

ГАРАНТОВАНІ ОЦІНКИ ПЕРІОДИЧНИХ СЕРЕДНІХ ЗНАЧЕНЬ ВИПАДКОВИХ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ

Наконечний О.Г., Демиденко С.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

a.nakonechniy@gmail.com, s.demidenko@gmail.com

Нехай на відрізку $[0, T]$ спостерігається реалізація випадкового векторного процесу $\xi(t)$, який має середнє значення $m(t)$ та кореляційну матричну функцію $R(t, s)$.

Припустимо, що $m(t)$ є періодичною функцією у якій існують узагальнені похідні k -порядку, які належать множині G функціонального простору $L_2(0, T)$. Кореляційна функція вважається також невідомою та належить деякій множині V простору $L_2(0, T) \times L_2(0, T)$. В класі лінійних оцінок вигляду

$$\hat{m}_T(t) = \int_0^T U(t,s)\xi(s)ds + c(s)$$

досліджується існування гарантованих оцінок, що знаходяться з умови

$$\inf_{U,c} \sup_{G,V} \int_0^T E |m(t) - \hat{m}_T(t)|^2 dt = \sup_{G,V} \int_0^{T_1} E |m(t) - \hat{m}_T(t)|^2 dt = \sigma_T^2,$$

де T_1 - період функції $m(t)$. При певних умовах показується, що $\lim_{T \rightarrow \infty} \sigma_T^2 = 0$. Для конкретних множин G, V показано, що функції $\hat{m}_T(t)$ можуть бути знайдені із розв'язку крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь.

Література

1. Nakonechny A. Guaranteed linear mean squared estimates of random fields //International Conference “Probability, reliability and Stochastic Optimization” (PRESTO), April 7-10, 2015, Kyiv, Ukraine, Conference Materials, p.44.

ІТЕРАЦІЙНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ОПЕРАТОРНОГО РІВНЯННЯ ЛЯПУНОВА-СІЛЬВЕСТРА У ГІЛЬБЕРТОВОМУ ПРОСТОРИ

Нікітін А.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
nikitin2505@gmail.com

Важливою необхідною умовою стійкості розв'язків стохастичних рівнянь Іто-Скоророда у гільбертовому просторі є наступна

$$A^*H + HA + \sum_{k=1}^{\infty} (B_k^*HB_k + \int_U C_k^*(u)HC_k(u)\Pi_k(du)) = -G. \quad (1)$$

Конструкція (1) є узагальненим операторним рівнянням Ляпунова-Сільвестра. Дослідимо умови розв'язності такого рівняння.

Перепишемо (1) у вигляді

$$-A^*H - HA = G + \sum_{k=1}^{\infty} (B_k^*HB_k + \int_U C_k^*(u)HC_k(u)\Pi_k(du)). \quad (2)$$

Позначимо

$$F[H] = -A^*H - HA,$$

$$D[H] = G + \sum_{k=1}^{\infty} (B_k^* H B_k + \int_U C_k^*(u) H C_k(u) \Pi_k(du))$$

і побудуємо неявний розв'язок рівняння $F[H] = D[H]$ за наступною ітераційною схемою

$$F[H_{k+1}] = D[H_k], \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

Встановлено достатні умови збіжності методу (3) до розв'язку рівняння (1).

Література

1. Скороход А. В. Асимптотические методы теории стохастических дифференциальных уравнений / А. В. Скороход. – К.: Наук. думка, 1987. – 328 с.

КЕРУВАННЯ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР НА БАЗІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ

Пастушенко В.Й., Стеценко А.М.

Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне

vteren@gmail.com , s_anastasia@ukr.net

Водно-повітряний режим ґрунту на осушувально-зволожувальних системах (ОЗС) двосторонньої дії з підґрунтовим зволоженням регулюється шляхом зміни рівня ґрунтових вод (РГВ). Об'єктом керування (ОК) в таких системах є ненасичена зона ґрунту, в якій знаходиться коренева система рослин. На об'єкт, крім РГВ, здійснюють вплив стохастично змінні збурення – погодні умови. У даній роботі поставлено задачу розробки математичної моделі ненасиченої зони ґрунту для прогнозування всмоктуючого тиску (вологості) ґрунту, а також методу визначення РГВ, який необхідно утримувати на модульній ділянці ОЗС протягом розрахункового періоду для забезпечення заданого значення всмоктуючого тиску ґрунту, на основі нео-fuzzy нейромереж виду $W_{k+1}^h = NN(P_{k+1}, D_{k+1}, L_{k+1}, W_{k-1}^h, W_k^h)$ та $L_{k+1}^h = NN(P_{k+1}, D_{k+1}, L_{k-1}, L_k, W_{k+1}^h)$ відповідно, де P - (мм) - кількість опадів, D - (мбар) - дефіцит вологості повітря, L - (м) – РГВ від світлової поверхні, W^h - всмоктуючий тиск у визначеному шарі ґрунту h , який зв'язаний з вологістю ґрунту за допомогою основної гідрофізичної характеристики. $NN()$ - перетворення нейронної мережі, k - поточний

крок. Програмне забезпечення для навчання та тестування нео-fuzzy мереж розроблено мовою C++.

Таблиця 1

Результати роботи нео-fuzzy мереж для прогнозування всмоктуючого тиску ґрунту та визначення необхідного РГВ для Рівненської дослідної сільськогосподарської станції

Шар ґрунту	К-сть точок	СКВ, м навчання	вод. ст. тестування	СКВ, м навчання	тестування
h=0-10 см		0.8268	1.036	0.04751	0.05522
h=10-20 см	173	0.625	0.6956	0.05113	0.05895
h=30-40 см		0.3093	0.2819	0.05464	0.06625

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СТАТИСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВИПАДКОВИХ ПОЛІВ

Пашко А.О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

aap2011@ukr.net

В роботі досліджуються алгоритми статистичного моделювання випадкових полів із заданими точністю і надійністю в просторах Орліча. Розглядаються випадкові поля з найбільш поширеними спектральними щільностями, а саме

$$S_1(\vec{\lambda}) = \frac{\alpha \sigma^2}{\pi \left(\alpha^2 + |\vec{\lambda}|^2 \right)}, \quad S_2(\vec{\lambda}) = \frac{\alpha \sigma^2 \left(a^2 + |\vec{\lambda}|^2 \right)}{\pi \left(4\alpha^2 |\vec{\lambda}|^2 + \left(|\vec{\lambda}|^2 - a^2 \right)^2 \right)},$$

$$S_3(\vec{\lambda}) = \frac{2\alpha \sigma^2 a^2}{\pi \left(4\alpha^2 |\vec{\lambda}|^2 + \left(|\vec{\lambda}|^2 - a^2 \right)^2 \right)}.$$

Нехай $A = \{ \vec{\lambda} : |\vec{\lambda}| \leq \Lambda \}$, $R = \{ d_i, i = 0, 1, \dots, M \}$ – деяке розбиття області A , $\vec{\lambda}_i \in d_i$. Модель будується за формулою [1]:

$$X(\vec{x}) = \sum_{i=0}^M \left(\cos(\vec{x}, \vec{\lambda}_i) \xi_{1i} + \sin(\vec{x}, \vec{\lambda}_i) \xi_{2i} \right),$$

де $\{\xi_{1i}, \xi_{2i}\}$ - строго субгауссові незалежні випадкові величини з

$$E\xi_{1i} = E\xi_{2i} = 0, \quad E\xi_{1i}^2 = E\xi_{2i}^2 = \nu_l(d_i), \quad \nu_l(d_i) = \iint_{d_i} S_l(\vec{\lambda}) d\vec{\lambda}.$$

При моделюванні, для заданих точності $\delta > 0$ і надійності $0 < \varepsilon < 1$, знаходяться значення Λ і M для різних розбиттів $R = \{d_i, i = 0, 1, \dots, M\}$ області A .

Оцінки для розрахунків Λ і M при різних видах розбиття області A отримані в різних просторах Орліча, в т.ч. і в L_2 .

Література

1 Пашко А.О. Чисельне моделювання гауссових однорідних випадкових полів // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Математика і інформатика. - 2013. Вип. 24, №1. -С. 116-120.

МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ СТОХАСТИЧНИХ РІВНЯНЬ ІЗ ВИПАДКОВИМИ КОЕФІЦІЄНТАМИ

¹Пашко А.О., ²Шушарін Ю.В.

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка

²Київський національний економічний університет імені Видима Гетьмана

aap2011@ukr.net, shusharin@meta.ua

Досліджуються методи статистичного моделювання вінерівського випадкового процесу для розв'язування лінійних стохастичних рівнянь з випадковими коефіцієнтами. Нехай $X(t)$ – векторний випадковий процес із простору R^m , що є розв'язком рівняння

$$dX(t) = A(t, \xi(t))X(t)dt + \sum_{j=1}^r B_j(t, \xi(t))X(t)dW_j(t), \quad X(0) = \zeta,$$

де $\xi(t)$ – неперервний справа марковський процес, що приймає скінчене число значень $\theta_1, \dots, \theta_q$ [1].

У відповідність стохастичному рівнянню ставимо різницеве рівняння $X_{n+1} = X_n + [hA(t_n, \xi_{n+1}, \xi_n) + \sum_{j=1}^r B_j(t_n, \xi_{n+1}, \xi_n)\Delta W(t_n)]X_n$.

Для моделювання вінерівського процесу використовується спектральне представлення

$$W(t) = t\eta_0 + \sqrt{2} \sum_{i=1}^{\infty} \left(\eta_{1i} \frac{\sin(2\pi i t)}{2\pi i} + \eta_{2i} \frac{1 - \cos(2\pi i t)}{2\pi i} \right). \text{ Вінерівський}$$

процес моделюється з заданими точністю і надійністю в різних функціональних просторах [2].

Література

1 Шушарін Ю.В. Дослідження стійкості розв'язків системи лінійних стохастичних диференціальних рівнянь з марковськими коефіцієнтами / Шушарін Ю.В. // Обчислювальна та прикладна математика, 2011, – №3. – С.183 – 189.

2 Пашко А.О. Статистичне моделювання узагальненого вінерівського процесу / А.О. Пашко // Науковий вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки. - 2014. - Вип. 2. - С. 180 -- 183.

ЛІНІЙНІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ ВКЛЮЧЕННЯ ІЗ ЗМІННОЮ РОЗМІРНІСТЮ

Плотніков А.А.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

aaplotnikov@ukr.net

Нехай $I = [0, T]$, $n: I \rightarrow \mathbb{N}$ - кусково-стала функція, яка неперервна з права та існує стала $\bar{n} > 0$ така що $n(t) \leq \bar{n}$ для всіх $t \in I$.

Розглянемо наступну лінійну систему диференціальних включень

$$\dot{x} \in A_i(t)x + F_i(t), \quad t \neq \tau_i, \quad x(0) = x(\tau_0) = x_0, \quad i = \overline{0, m}, \quad (1)$$

$$x(\tau_i) = M_i x(\tau_i - 0), \quad i = \overline{1, m}, \quad (2)$$

де $x(t) \in \mathbb{R}^{n(t)}$, $t \in I$, $\tau_i \in I$, $i = \overline{1, m}$ - фіксовані моменти часу ($\tau_i < \tau_{i+1}$) такі що $n(\tau_i - 0) \neq n(\tau_i)$, $A_i(t): [\tau_i, \tau_{i+1}) \rightarrow R^{n(\tau_i) \times n(\tau_i)}$ - матрично-значна функція, $F_i: [\tau_i, \tau_{i+1}) \rightarrow \text{conv}(\mathbb{R}^{n(\tau_i)})$ множино-значне відображення, M_i матриця $(n(\tau_i) \times n(\tau_i - 0))$.

К таким система наприклад зводяться керовані системи, які розглядалися в роботах [1-3].

В доповіді наводяться умови існування розв'язків, а також деякі властивості множин розв'язків (компактність, опуклість) та

неперервна залежність множини розв'язків від початкових умов і правої частини.

Література

1. Романенко А.В., Федосеев А.В. Оптимальное управление экономическими системами с возрастной структурой // Журнал вычислит. мат. и матем. физики. - 1993. - Т.33, №8. - С. 1155-1165.
2. Федосеев А.В. Исследование методами оптимального управления одной модели разработки группы месторождений полезного ископаемого с ограниченными запасами // Методы системного анализа и пробл. рационального использования ресурсов. М.:ВЦ АН СССР. - 1977. - С. 117-134.
3. Kichmarenko O.D., Plotnikov A.A. The averaging of control linear differential equations with variable dimension on finite interval // Int. J. Sensing, Computing & Control, 2015. - V.5, N.1. - P. 1-11.

МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫМИ ЗАПАСАМИ ПРИ СЛУЧАЙНОМ СПРОСЕ НА ПРОДУКЦИЮ

Постан М.Я.

Одесский национальный морской университет

postan@ukr.net

Для моделирования многих типов логистических систем, функционирующих в условиях неопределенности и риска, удобным математическим аппаратом являются так называемые марковские и полумарковские процессы со сносом. Эти случайные процессы содержат наряду с дискретной компонентой $Z(t)$ также одну или несколько непрерывных компонент $\xi(t)$ типа случайного блуждания [1], которые описывают колебания уровней запаса продукции на складе. Особый интерес представляет исследование влияния случайного колебания спроса на продукцию на экономические результаты работы логистических систем. Например, интенсивность и объемы поставок готовой продукции (или полуфабрикатов) на склад могут изменяться в зависимости от случайных колебаний спроса, что может рассматриваться как адаптивное управление поставками. Рассмотрим, например, случай одиночного склада, куда поступает продукция M видов с интенсивностями $W_{m,Z_m(t)}, m = 1, 2, \dots, M$, где $Z_1(t), Z_2(t), \dots, Z_M(t)$ - стохастически независимые друг от друга полумарковские процессы с двумя возможными состояниями,

описывающие изменение спроса: $Z_m(t)=1$, если интенсивность спроса на продукцию m -го вида равна U_{m1} , и $Z(t)=2$, если эта интенсивность равна U_{m2} , $U_{m2} > U_{m1} > 0$. Пусть $W_{m1} = 0$ (т.е. при падении спроса на продукцию m -го вида ее поставка на склад прекращается), $W_{m2} \equiv W_m > U_{m2}$. Обозначим через $B_{mk}(t)$ функцию распределения (ф.р.) времени пребывания процесса $Z_m(t)$ в состоянии k . Методами теории полумарковских процессов со сносом [1] можно найти явное выражение для преобразования Лапласа-Стилтьеса предельной (при $t \rightarrow \infty$) ф.р. $F_m(x)$ количества продукции $\xi_m(t)$ m -го вида на складе в произвольный момент времени. Например, для $B_{m1}(t) = 1 - \exp(-\lambda_m t)$, $t \geq 0$, это выражение дается следующей формулой:

$$\varphi_m(s) = F_m(0) \left[1 + \lambda_m \frac{1 - \beta_{2m}(sV_m)}{sV_m} \right] / \left[1 - \lambda_m \frac{1 - \beta_{2m}(sV_m)}{sU_{m1}} \right], \operatorname{Re} s \geq 0, \quad (1)$$

где $\beta_{2m}(s)$ – преобразование Лапласа-Стилтьеса ф.р. $B_{2m}(t)$; $V_m = W_m - U_{2m}$. Предельная вероятность $F_m(0)$ того, что на складе в произвольный момент времени отсутствует продукция m -го вида (при условии, что $Z_m(t)=1$) равна

$$F_m(0) = (U_{1m} - \lambda_m \beta_m^{(1)} V_m) / U_{1m} (1 + \lambda_m \beta_m^{(1)}),$$

$$\beta_m^{(1)} = \int_0^\infty (1 - B_{2m}(t)) dt < \infty. \quad (2)$$

Необходимыми условиями устойчивой работы склада являются неравенства $\lambda_m \beta_m^{(1)} V_m < U_{1m}$, $m = 1, 2, \dots, M$. С помощью выражений (1), (2) можно найти стационарные математические ожидания количества продукции каждого вида на складе:

$$M \xi_m = -\varphi'_m(0) = \frac{\lambda \beta_m^{(2)} V_m (V_m + U_{m1})}{2(1 + \lambda \beta_m^{(1)}) (U_{m1} - \lambda_m \beta_m^{(1)} V_m)}, \beta_m^{(2)} = \int_0^\infty t^2 dB_{2m}(t) < \infty. \quad (3)$$

Используя (2), (3), оценим средние затраты в единицу времени на

поставки продукции всех видов на склад, ее хранение, включая также рыночные потери из-за опустошения склада:

$$\bar{C}(W_1, \dots, W_M) = \sum_{m=1}^M [c_{1m} W_m + p_m F_m(0) U_{m1} + c_m^{xp} M \xi_m^x], \quad (4)$$

где c_{1m} – цена единицы приобретаемой складом продукции m -го вида; p_m – продажная цена единицы этого вида продукции; c_m^{xp} – суточные расходы по хранению единицы продукции m -го вида на складе. Таким образом, учитывая (2), (3), можно найти значения $W_1, \dots, W_M$, минимизирующие выражение (4) при ограничении на вместимость склада E , т.е.

$$\sum_{m=1}^M M \xi_m^x \leq E.$$

Литература

1. Постан М.Я. Экономико-математические модели смешанных перевозок/ М.Я. Постан.- Одесса: Астропринт, 2006.- 376 с.

ПРО ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО КЕРУВАННЯ СИСТЕМАМИ З ОБМЕЖЕННЯМИ НА ЧИСЛО СПРОБ ПОЧАТИ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Прищеп О.В.

Національний університет водного господарства та природокористування

o.prishchepa@gmail.com

Сучасні практичні задачі вимагають використання нових моделей систем масового обслуговування, що більш точно моделюють процеси обслуговування. В багатьох ситуаціях особливе місце займають системи з повторними викликами. Для таких систем характерне те, що вимоги можуть здійснювати повторні виклики до тих пір, поки не отримають обслуговування (див., наприклад, [1], [2]). Хоча на практиці число повторних спроб часто буває обмеженим.

В роботі, що пропонується, розглядається система масового обслуговування з однією повторною спробою почати обслуговування. Формально дану систему можна описати наступним чином. Ззовні до системи, що має s приладів, через випадкові проміжки часу надходять вимоги, які обслуговуються у випадку наявності хоча б одного вільного приладу та залишають систему. Час обслуговування

вимог має показниковий розподіл з параметром μ . Якщо всі прилади зайняті, то вимоги формують джерела повторних викликів, звідки мають можливість здійснити повторне звернення для отримання обслуговування з інтенсивністю ν . Якщо при повторній спробі всі прилади є зайняті, то вимога залишає систему без обслуговування. Інтенсивність надходження вимог λ_j залежить від кількості джерел повторних викликів.

Враховуючи змінний характер інтенсивності вхідного потоку в поданій моделі, пропонуються порогова та гістерезисна стратегії керування.

У випадку порогової стратегії розглядається система, яка може функціонувати в двох режимах. Якщо кількість джерел повторних викликів в системі не перевищує N , то система функціонує в першому режимі і інтенсивність надходження вимог дорівнює h_1 . Якщо кількість джерел повторних викликів стає більшою за N , то система переходить у другий режим з інтенсивністю надходження вимог h_2 .

У випадку керування системою на основі гістерезисних стратегій фіксуються два невід'ємних цілих числа N_1 та N_2 , які називаються порогами, $N_1 \leq N_2$. Якщо в деякий момент часу кількість повторних викликів в системі не перевищує N_1 , то вона функціонує в першому режимі та інтенсивність вхідного потоку дорівнює h_1 . Якщо кількість повторних викликів більша за N_2 , то система функціонує у другому режимі з інтенсивністю вхідного потоку h_2 . Якщо кількість повторних викликів лежить у проміжку $(N_1, N_2]$, то система зберігає той режим, в якому вона функціонувала в попередній момент часу. Як і при пороговій стратегії режим роботи системи в будь-який момент визначається в залежності від кількості джерел повторних викликів, але перемикання режимів відбувається з певною затримкою. У випадку $N_1 = N_2$ маємо частинний випадок керування при пороговій стратегії.

Для системи, що розглядається, досліджено умови існування стаціонарного режиму та побудовано розрахункові формул для стаціонарних ймовірностей. Для кожного типу керування системою з однією повторною спробою почати обслуговування побудовано оптимізаційні задачі прибутку від їх роботи. Розв'язками таких задач

є такі пороги при яких досягається максимальний прибуток (див. [3],[4]).

Подібні оптимізаційні задачі для класичних моделей систем з повторними викликами розглядалися в роботі [5].

Література

1. Artalejo J. R. Retrial Queueing Systems A Computational Approach / J. R. Artalejo, A. Gomez-Corral – Springer, 2008. – 318 p.
2. Falin G.I. Retrial Queues/ G.I. Falin, J.G.C. Templeton – London:Chapman and Hall, 1997. – 317 p.
3. Лебедев Є.О. Системи з повторними викликами, нетерплячими вимогами та керованим вхідним потоком / Є.О. Лебедев, О.В.Прищепу // Журнал Обчислюваної та прикладної математики, Вип. 2(95), 2007.- С.59-64.
4. Прищепу О.В. Система типу $M/M/c/N$ з однією спробою повтору, керована гістерезисною стратегією / О.В. Прищепу //Вісник Київського університету. Серія фізико – математичних наук, Вип. 4, 2011. -С.193-198.
5. Клименок В.И. Оптимизация динамического управления режимом работы информационно-вычислительных систем с повторными вызовами / В.И. Клименок //Автоматика и вычислительная техника. -1990. - № 1.-С.25-30.

УПРАВЛЕНИЕ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Ана Рамишвили

Грузинский Технический Университет

Неопределенность, как явление и как процесс, определяется как не вполне отчетливая, неясная информация о каком-либо объекте или процессе и проявляется в параметрах информации на стадиях управление объекта. Неопределенность, как неизмеряемая величина оценивается только качественно, типа удовлетворительный или неудовлетворительный, выше или ниже и, т.д.

Неопределенность занимает особое место в процессе составлений математической модели управления слабоструктурированными объектами и является основной причиной появления рисков. Уменьшение объема неопределенностей, вызывающих риски потерь, составляет важную проблему.

Очевидно, что построение математической модели управления начинается от формализованного описания объекта. Описание объекта должно содержать полную информацию, для достижения цели управления и принятия решений.

Целью доклада является:

- Описание проблемной ситуации - сущность и содержание проблемы; условия, место и время ее возникновения; классификация проблемы и т.д.
- Выделить элементарные процессы, протекающие в объекте моделирования, которые подлежат отражению в мат. модели.
- Определение закономерностей, присущих данному процессу, вызываемых как внутренними, так и внешними причинами.
- Анализ отдельных элементарных процессов, протекающих в объекте моделирования.
- Формализованное описание объектов, условий, процедур и средств измерений и развитие алгоритмического обеспечения управления объекта и принятия решений.
- Определение совокупность параметров, описывающих состояние объекта, которые включают в математическую модель.
- Определение и выделение уровней иерархии протекающего процесса, эмпирических и полуэмпирических зависимостей и установление отношений между явлениями.
- Использование аналитической информации, экспериментальных данных и наблюдений.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОДОГРАФА ВЕКТОРА КИНЕТИЧЕСКОГО МОМЕНТА

Рачинская А.Л.

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова
rachinskaya@onu.edu.ua

Исследуется вращательное движение твердого тела относительно центра масс. Управление вращениями производится с помощью момента сил, ограниченного по модулю. Компоненты управляющих моментов представлены в виде произведений $\varepsilon b_i u_i$ ($i=1,2,3$), где выражения b_i ($i=1,2,3$) имеют размерность момента сил, ε – малый параметр, $u_i \sim 1$ ($i=1,2,3$) безразмерные управляющие функции, подлежащие определению. Ставится задача об оптимальном по быстродействию торможении.

Движение твердого тела происходит в среде с сопротивлением, момент сил диссипации пропорционален кинетическому моменту. Сопротивление среды предполагается слабым порядка малости ε .

Влияние возмущающих и управляющих моментов сводится к наличию дополнительных слагаемых в уравнениях движения Эйлера некоторого фиктивного твердого тела. Численное моделирование проводится для обезразмеренных многопараметрических систем.

Для анализа движения твердого тела одной из важных механических характеристик является вектор кинетического момента. В ходе численного исследования получены законы изменения проекций вектора кинетического момента относительно главных центральных осей инерции. Эти результаты позволяют провести компьютерное моделирование годографа вектора кинетического момента.

Построенные трехмерные годографы позволяют сделать выводы о характере движения твердого тела, о качественных и количественных изменениях во вращательном движении в зависимости от значений параметров системы.

ДЕЛЬТА-ХЕДЖУВАННЯ В МОДЕЛЯХ З «АКТИВНИМ» «РИНКОВИМ» ЧАСОМ.

Розумняк Д.Л., Щестюк Н.Ю.

Національний університет «Києво-Могилянська Академія», Україна
diana.rozumniak@gmail.com , Natalyshch@gmail.com

Фінансові ринки та різні фінансові установи потребують досконалих засобів для аналізу та передбачення цін на різні цінні папери, а також для хеджування власного портфелю активів, тобто для зниження ризиків можливих фінансових збитків. Потужним засобом обмеження та уникнення ризиків є динамічне дельта-хеджування.

Блек, Шоулз та Мертон у своїй відомій роботі [1] звузили спектр можливих розподілів руху цін базового активу до одного - логарифмічно нормального, і довели, що дельта-хеджери можуть повністю виключити ризик зі свого портфелю і зробити його безризиковим. Викладена ними теорія була математично елегантна та однозначно точна, сумісна з економічною теорією і принесла їм нобелівську премію з економіки.

Проблема моделі Блека-Шоулза полягала в тому, що вона є сумісною з економічною теорією, але не з економічною реальністю, і її припущення систематично породжують приховані ризики для складних портфелів опціонів.

В роботі досліджується теоретична та практична можливість дельта-хеджування для альтернативної моделі ціни базового активу

$\{P_t, t \geq 0\}$, що породжується броунівським рухом $B(T_t)$, який залежить від “активного”, “ринкового” часу [2]:

$$\log P_t = \log P_0 + \mu t + \theta T_t + \sigma B(T_t),$$

де $\mu \in R$, $\sigma > 0$ є коефіцієнтами дріфту 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].

Література

1. Black, F., and M. Scholes, 1973, The Pricing of Options and Corporate Liabilities, Journal of Political Economy, 81, pp. 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., 2005, Student Processes, Applied Probability, 37, p. 342-365.

ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОГНІТИВНОГО УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ СИСТЕМАМИ

Романенко В.Д., Мілявський Ю.Л.

Навчально-науковий комплекс «Інститут прикладного системного
аналізу» Національного технічного університету України «КПІ»

ipsa@kpi.ua

Динаміка імпульсних процесів у когнітивних картах (КК) формулюється у вигляді різницевого рівняння у приростах координат

$$\text{КК:} \quad \Delta y_i(k+1) = \sum_{j=1}^n a_{ji} \Delta y_j(k), \quad (1)$$

де $\Delta y_i(k) = y_i(k) - y_i(k-1)$, $i = 1, 2, \dots, n$; a_{ji} — вага ребра, яке з'єднує j -ту і i -ту вершини КК. Для автоматизації когнітивного управління складними системами динамічна модель (1) доповнюється зовнішніми сигналами керування $\Delta u_i(k)$, безпосередньо діючими на i -ті вершини КК.

Перший принцип автоматизації управління імпульсними процесами КК полягає в реалізації замкненої системи управління, яка включає синтезований на основі методів теорії автоматичного управління багатовимірний дискретний регулятор для формування вектора керування $\Delta \bar{u}(k)$.

Для автоматизації управління КК необхідно точно вимірювати координати вершин КК. Проте в кожній КК є не вимірювані координати. Тому другий принцип автоматизації управління імпульсними процесами КК полягає в розбитті вихідної КК на дві частини. Перша частина КК формується для вимірюваних координат вершин вихідної КК, а в другу частину входять не вимірювані координати. Тоді для моделі імпульсного процесу першої частини КК, яка використовується для автоматизації, невимірювані координати $y_\mu(k)$ використовуються в якості збурень

$$\Delta y_i(k+1) = \sum_{j=1}^p a_{ji} \Delta y_j(k) + \sum_{\mu=p+1}^n a_{\mu i} \Delta y_\mu(k) \quad (2)$$

де $y_i (i = 1, 2, \dots, p)$ - вимірювані координати в реальному масштабі часу.

Вагові коефіцієнти КК a_{ji} змінюються за часом в процесі функціонування складної системи. Тому третій принцип автоматизації імпульс-

сних процесів КК полягає в адаптивному оцінюванні вагових коефіцієнтів a_{ji} за допомогою рекурентного методу найменших квадратів

$$\hat{\bar{\theta}}_i(k) = \hat{\bar{\theta}}_i(k-1) + L_i(k)[\Delta y_i(k) - b_i \Delta u_i(k-1) - \bar{X}_i^T(k) \cdot \hat{\bar{\theta}}_i(k-1)], \quad (3)$$

де вектор коефіцієнтів $\bar{\theta}_i = [a_{i_{j_1}}, \dots, a_{i_{j_{p_i}}}]$.

ПРАКТИЧНА СТАБІЛІЗАЦІЯ ДИСКРЕТНИХ СИСТЕМ

Романова Т.О., Таїрова М.С.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

tr1402@ukr.net, masonmas@gmail.com

У задачах конструювання і оптимізації складних систем існують випадки, коли є доцільним розглядати поведінку системи на скінченному часовому проміжку, за наявності обмежень на її стан. Це призводить до задачі практичної стабілізації таких систем.

Розглянемо лінійну дискретну систему керування вигляду

$$x(k+1) = A_k x(k) + u(k), \quad (1)$$

де $x \in R^n$, A_k - невироджена матриця розмірності $n \times n$, керування $u(k) \in U(k)$, де $U(k)$ - опуклі множини, $\Phi(k)$ - множини фазових обмежень (також опуклі), $k = 0, 1, \dots, N$.

Системам вигляду (1) відповідають включення вигляду

$$x(k+1) \in A_k x(k) + U(k). \quad (2)$$

Для включень вигляду (2) було введено поняття множин потенційної слабкої стійкості. Множиною потенційної слабкої стійкості $\tilde{Y}_i$ для i -го кроку, де $i \in \{0, \dots, N-1\}$, назовемо множину, яка складається з усіх точок y_i таких, що існує розв'язок $x(k, y_i)$, $k = i, \overline{N}$ включення $x(k+1) \in A_k x(k) + U(k)$, $k = i, \dots, N-1$, для якого виконується $x(k, y_i) \in \Phi(k)$ для $k = i, \dots, N$.

Задача слабкої практичної стабілізації системи (1) з початкової точки x_0 полягає у пошуку такого керування $u \in U$, що гарантує $x(k) \in \Phi(k)$, $k = 0, \dots, N$.

Був розроблений зворотний метод стабілізації систем, що базується на ідеї послідовного пошуку керувань $u(0), \dots, u(N-1)$ таким чином, щоб керування $u(k)$ переводило траєкторію системи з точки $x(k) \in \tilde{Y}_k$ у точку $x(k+1) \in \tilde{Y}_{k+1}$, де $k = 0, \dots, N-1$. Таким чином,

зворотна стабілізація системи полягає у послідовному переведенні системи у відповідні множини потенційної слабкої практичної стійкості.

Література

1. Pichkur V.V., Sasonkina M.S. Practical stabilization of discrete control systems // International Journal of Pure and Applied Mathematics - Vol. 81, No. 6, 2012, pp. 877-884.

ДО ОЦІНКИ РИЗИКУ ГІДРОДИНАМІЧНИХ АВАРІЙ НА КАСКАДІ ГІДРОВУЗЛІВ

Романчук К.Г., Стефанишин Д.В.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору НАН України, Київ

c.romanchuk@mail.ru, dvstefanyshyn@yahoo.com

Каскад гідроспоруд кількох гідровузлів в річковому басейні, напірні гідроспоруди окремого гідровузла, що мають різне висотно-географічне положення на місцевості, утворюють природно-технічні системи, які володіють аварійним потенціалом каскаду маси й енергії. Гідродинамічна аварія (ГДА), яка виникає внаслідок руйнівної аварії на гідроспоруді, яка розташовується вище за течією, при несприятливому збігові обставин створює загрозу послідовного руйнування інших гідроспоруд, які розташовані вниз за течією [1].

В залежності від кількості гідроспоруд або гідровузлів в каскаді, їх висотно-географічного і просторового розміщення на річці або в річковому басейні, аварійного потенціалу окремих гідроспоруд, можливі різні сценарії поширення ГДА на каскаді. Кожен з цих сценаріїв не лише може бути обтяжений різними негативними наслідками і збитками, а й мати різну ймовірність реалізації.

З метою оцінки ризику ГДА на каскаді гідровузлів, в рамках сценарного підходу з використанням байєсівського перетворення ймовірностей [2], здійснено загальну постановку задачі імовірнісного прогнозування модельних сценаріїв виникнення і розвитку каскадних аварій та отримано практичні рішення для оцінки ймовірностей поширення ГДА на каскаді в залежності від його організації.

Література

1. Стефанишин Д.В. Оцінка ймовірності розвитку гідродинамічної аварії, викликаной ефектом «доміно», на каскаді напірних гідротехнічних споруд / Д.В. Стефанишин, К.Г. Романчук // Вісник НУВГП. Зб. наук. праць. – Вип. 2 (38). – Рівне: НУВГП. – 2007. – С.192-198.

2. Романчук К.Г. Про сценарний підхід при оцінці ризиків системних аварій / К.Г. Романчук, Д.В. Стефанишин // Problems of decision making under uncertainties. Abstracts of XXV International Conference. May 11-15, 2015. Skhidnytsia, Ukraine. – K.: 2015. – P. 121-122.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИНODEЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА КАХЕТИНСКОГО РЕГИОНА ГРУЗИИ

Гурам Самадашвили

Телавский Государственный Университет им. Я. Гогешашвили

Известно, что регион Кахети является основным регионом виноделия в Грузии. Она делится на микрозоны (более 25 микрозон), где производится красные, белые, сухие, естественно, сладкие и десертные вина. Названия, такие как: Цинандали, Мукузани, Гурджаани, Ахашени, Киндзмараули, Тибаани, Карденахули, Манави зеленый, Хашми и т.д. Каждая микрозона обладает своими специфическими особенностями. Более известными микрозонами являются: микрозона Киндзмараули - занимает территорию в 120 га; микрозона Цинандали - 800 га; и др. Микрозона Киндзмараули – место, где речка Дуруджи впадает в Алазани – почва в этой микрозоне песчаная, такой тип почвы образуется за счет постоянных подтоплений речкой Дуруджи. Именно этот факт придает такой уникальный вкус вину Киндзмараули. Виноградники микрозоны Цинандали расположены очень удачно для производства разнообразных вин. Виноградники принадлежали знаменитому грузинскому князю Александру Чавчавадзе. В 1886 году А.Чавчавадзе заложил известный в свое время Цинандальский винзавод. Сейчас виноградники, которые в свое время принадлежали князю Чавчавадзе, находятся во владении «Телавских винных погребов». Реализация стратегических приоритетов развития винодельного потенциала Кахетинского региона требует тщательного анализа с точки зрения адаптации всех сегментов воспроизводственного комплекса. Необходимость этого обусловлена тем, что перспективы достижения структурной сбалансированности экономики страны определяются множеством субъективных и объективных факторов регионального характера, в которые входит развития винодельного потенциала.

Целью исследования винодельного потенциала Кахетинского региона Грузии является совершенствование региональной экономической политики на основе рациональных подходов к определению потенциальных возможностей. Для этого, необходимо поставить следующие задачи:

- Проаналізувати існуючі методики дослідження винодельного потенціалу і провести їх адаптацію к особливостям аграрно-індустріальної специфіки Кахетинського регіону;
- Вивчити способи територіального прогнозування і планування, реалізуємі на основі використання цільового програмування винодельного потенціалу регіону;
- Сформувати ефективний механізм моделювання в вигляді комплексу прийняття стратегічних управлінських рішень;
- Розробити економіко-математичну модель взаємодії основних складових винодельного потенціалу для прогнозування перспективних тенденцій о розвитку регіону.

ЗБІЖНІСТЬ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ВАРІАЦІЙНИХ НЕРІВНОСТЕЙ ТА ЗАДАЧ РІВНОВАЖНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Семенов В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
semenov.volodya@gmail.com

У доповіді планується зробити огляд результатів робіт [1-5], в яких запропоновано та обґрунтовано ряд нових алгоритмів розв'язання варіаційних нерівностей вигляду:

$$\text{знайти } x \in C : (Ax, y - x) \geq 0 \quad \forall y \in C,$$

де C – замкнена опукла підмножина гільбертового простору H , $A: H \rightarrow H$ – монотонний оператор. Також буде представлено новий метод розв'язання задачі рівноважного програмування вигляду:

$$\text{знайти } x \in C : F(x, y) \geq 0 \quad \forall y \in C.$$

Основна увага буде приділена техніці доведення збіжності алгоритмів та формулюванню нових питань.

Література

1. Семенов В.В. Явный алгоритм расщепления для вариационных неравенств с монотонными операторами // Журнал обчислювальної та прикладної математики, №2 (112). – 2013. – С. 42-52.
2. Malitsky Yu.V., Semenov V.V. An Extragradient Algorithm for Monotone Variational Inequalities // Cybernetics and Systems Analysis, 2014, Vol. 50, Issue 2, pp. 271-277.

3. Semenov V.V. Hybrid Splitting Methods for the System of Operator Inclusions with Monotone Operators // Cybernetics and Systems Analysis, 2014, Vol. 50, Issue 5, pp. 741-749.
4. Semenov V.V. A Strongly Convergent Splitting Method for Systems of Operator Inclusions with Monotone Operators // Journal of Automation and Information Sciences, 2014, Vol. 46, Issue 5, pp. 45-56.
5. Malitsky Yu.V., Semenov V.V. A hybrid method without extrapolation step for solving variational inequality problems // Journal of Global Optimization. – 2015, Vol. 61. – Issue 1. – P. 193-202.

ЗАДАЧІ ЦІЛОЧИСЛОВОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ З ІНТЕРВАЛЬНО ЗАДАНИМИ ВХІДНИМИ ДАНИМИ

¹Семенов В.В., ²Степовий А.В.

¹Інститут кібернетики ім. В.Г. Глушкова НАН України

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка
`nvsemenova@meta.ua, andreystepovoy91@gmail.com`

При математичному моделюванні різноманітних об'єктів та процесів за умов невизначеності, оцінки параметрів моделей часто задаються множинами різної конфігурації [1]. Досліджено математичні моделі статичних систем, що описуються лінійними задачами цілочислової оптимізації за умов, коли їх вхідні дані представлені у вигляді числових інтервалів. Нехай $A = [\underline{A}, \bar{A}] = A_c - \Delta, A_c + \Delta$, $m \times n$ -вимірна інтервально задана матриця, $b = [\underline{b}, \bar{b}] = b_c - \delta, b_c + \delta$, $c = \underline{c}, \bar{c} = c_c - \gamma, b_c + \gamma - m$ - та n -вимірні інтервальні вектори відповідно.

Задачу $\min\{c^T x \mid Ax = b, x \geq 0\}$, де $A \in A, b \in b, c \in c$ називатимемо задачею інтервального лінійного програмування. Інтервал $[f(A, b, c), \bar{f}(A, b, c)]$, де $\underline{f}(A, b, c) = \inf\{f(A, b, c) \mid A \in A, b \in b, c \in c\}$, $\bar{f}(A, b, c) = \sup\{f(A, b, c) \mid A \in A, b \in b, c \in c\}$ є діапазоном оптимальних значень цільової функції інтервальної задачі лінійного програмування.

Досліджені властивості узагальнених множин допустимих та оптимальних розв'язків, верхньої та нижньої меж оптимальних значень цільової функції інтервальної задачі цілочислової оптимізації.

У даній роботі досліджена цілочислова задача про рюкзак та розроблено алгоритми знаходження оптимальних розв'язків з різними

узагальненими допустимими множинами з використанням стратегії «жадібного алгоритму» для задачі з інтервально заданими даними.

Література

1. Семенова Н. В. Методы поиска гарантирующих и оптимистических решений задач целочисленной оптимизации в условиях неопределенности данных // Кибернетика и систем. анализ.–2007.– № 1.–С.103–114.
2. Семенова Н.В. О решении задач целочисленной оптимизации на выпуклых множествах в условиях неопределенности данных // Теорія оптимальних рішень. – Київ: Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, 2005. – №4. – С. 107–112.

ВІДОБРАЖЕННЯ ЛАГРАНЖА В КВАДРАТИЧНІЙ ЛЕКСИКОГРАФІЇ

¹Семенова Н.В., ²Ломага М.М.

¹Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України

²ДВНЗ “Ужгородський національний університет”

nvsemenova@meta.ua, lomagamarija@yandex.ua

Розглянемо квадратичну задачу лексикографічної оптимізації [1]

$$\max^L \left\{ F(x) \mid x \in X = \left\{ x \in R^n \mid Ax \leq b, x \geq 0 \right\} \right\}, \quad (1)$$

де $f_i(x) = x^T C_i x + d_i^T x$, $i = 1, \dots, l$, $C_k \in R^{n \times n}$, $k = 1, \dots, l$ – симетричні від’ємновизначені матриці, $d \in R^n$, $A \in R^{m \times n}$, $b \in R^m$, $X \neq \emptyset$. Відображення Лагранжа $\varphi: R^n \times U^m \rightarrow U$ [2], де U – простір R^l , в якому задано лексикографічний порядок, $u_i \in U$, $i = 1, \dots, m$, – векторні змінні, $U^m = \underbrace{U \times U \times \dots \times U}_m$, для задачі (1) має вигляд:

$$\varphi(x, u_1, \dots, u_m) = \begin{pmatrix} x^T C_1 x + d_1^T x + \sum_{i=1}^m \left(b_i - \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \right) u_{i1} \\ \dots \\ x^T C_l x + d_l^T x + \sum_{i=1}^m \left(b_i - \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \right) u_{il} \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Досліджено властивості векторної функції $\varphi(x, u_1, \dots, u_m)$, встановлені необхідні та достатні умови існування й оптимальності розв’язку лексикографічної задачі (1). Особливістю розглянутої задачі є те, що векторна функція $\varphi(x, u_1, \dots, u_m)$ при довільних фіксованих

значеннях множників Лагранжа u є квадратичною векторною функцією від x . Тому є можливість побудови обчислювальних алгоритмів, в основі яких лежить використання відображення Лагранжа та двоїстого підходу.

Література

- 1 Ломага М.М. Квадратичні задачі лексикографічної оптимізації: властивості та розв'язання / М.М. Ломага, В.В. Семенов // Комп'ютерна математика. – 2013. – № 2. – С. 134-143.
- 2 Червак Ю.Ю. Оптимізація. Непокрашуваний вибір / Ю.Ю. Червак. – Ужгород: Ужгородський національний університет, 2002. – 312 с.

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ЗАДАЧА ПРО ПРИЗНАЧЕННЯ З НЕЧІТКОЮ МНОЖИНОЮ ВИКОНАВЦІВ

Семенова Н.В., Машченко О. С.

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
nvsemenova@meta.ua, olena.mashchenko@gmail.com

Багатокритеріальна задача [1] про призначення полягає в максимізації ефективності виконання різних видів робіт з множини $N = 1, 2, \dots, n$ різними виконавцями з множини $M = 1, 2, \dots, m$. Відомі показники c_{ij}^k ефективності виконання i -м виконавцем j -ї роботи, k -го виду, $k \in K$. Вимагається розподілити роботи між виконавцями так, щоб всі роботи були виконані; всі виконавці були задіяні; для виконання кожної роботи був використаний тільки один виконавець; ефективність виконання всього комплексу робіт була максимальною за всіма показниками.

Припустимо, що особа, яка приймає рішення, не може чітко сказати, які виконавці з множини M , насправді функціонуватимуть, а може лише задати функцію належності $\mu(i)$, $i \in M$, нечіткої множини індексів $\tilde{M} \subseteq M$ працездатних, на його думку, виконавців. Тоді виникає задача про призначення з нечіткою множиною виконавців в наступній постановці:

$$\sum_{i \in M} \sum_{j \in N} c_{ij}^k x_{ij} \rightarrow \max, k \in K,$$

при обмеженнях:

$$\sum_{j \in N} x_{ij} \geq 1, i \in \tilde{M}, \sum_{i \in M} x_{ij} \leq 1, j \in N, x_{ij} \geq 0, i \in M, j \in N.$$

У доповіді пропонується концепція розв'язання цієї задачі, в основі якої лежить поняття перетину нечіткої множини чітких множин [2].

Література

1. Семенова Н.В. Векторні задачі дискретної оптимізації на комбінаторних множинах: методи дослідження та розв'язання / Н.В. Семенова, Л.М. Колечкіна. – К. : Наук. думка, 2009. – 266 с.
2. Машенко С.О. Задача математического программирования с нечетким множеством индексов ограничений / С.О. Машенко // Кибернетика и системный анализ. – 2013. – № 1. – С. 73 - 81.

ЗВЕДЕНО-ОБОРОТНІСТЬ ГЕНЕРАТОРА ПРИХОВАНОГО МАРКОВСЬКОГО ПРОЦЕСУ

Семенюк С.А., Будзь І.С.

Національний університет “Львівська політехніка”

semenyuk@gmail.com

Розглянемо прихований марковський процес (ПМП) у вигляді двокомпонентного процесу $z_t = (x_t, y_t)$ [1]. Тут процес станів $x_t, t \geq 0$ задається рівномірно ергодичним процесом Маркова у фазовому просторі $(X, \mathbb{N})$ зі стаціонарним розподілом $\pi(B), B \in \mathbb{N}$ та генератором $\mathbf{Q}\varphi(x) = q(x) \int_X P(x, dy) [\varphi(y) - \varphi(x)], \varphi \in \mathbf{B}(X)$ [2].

Можна показати, що процес z_t є рівномірно ергодичним стаціонарним процесом Маркова [2].

Встановлюється вигляд генератора ПМП та доводиться його зведено-оборотність.

Одержаний результат дозволяє застосовувати ПМП при розв'язку задач сингулярного збурення.

Література

1. Semeniyuk S.A, Chabanyuk Ya.M., Himka U.T. Infinitesimal generator for the discrete hidden markov model. Proceeding of the International Conference "Probability, Reliability and Stochastic Optimization" (PRESTO-2015), 2015, с 63.
2. Koroliuk V. S., Limnios N. Stochastic Systems in Merging Phase Space. World Scientific, 2005.
3. Leroux, B.G. Maximum-likelihood estimation for hidden Markov models. Stochastic Processes and their Applications, 40, 1992, с 127-143.

УСРЕДНЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ С НЕЧЕТКОЙ ПРАВОЙ ЧАСТЬЮ

Скрипник Н.В.

Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова

talie@ukr.net

Введем в рассмотрение пространство E^n отображений $u: R^n \rightarrow [0,1]$, удовлетворяющих условиям: 1) u – нормально; 2) u – нечетко выпукло; 3) u – полунепрерывно сверху; 4) замыкание множества $\{x \in R^n : u(x) > 0\}$ компактно, с метрикой

$$D(u, v) = \sup_{0 \leq \alpha \leq 1} h([u]^\alpha, [v]^\alpha), \quad \text{где } [u]^\alpha - \alpha\text{-срезка отображения}$$

$u \in E^n$, $h(\cdot, \cdot)$ – расстояние по Хаусдорфу.

Для импульсного дифференциального включения с нечеткой правой частью

$$x' \in \varepsilon F(t, x), t \neq \tau_i, \quad \Delta x|_{t=\tau_i} \in \varepsilon I_i(x), \quad x(0) = x_0,$$

где $t \in R_+$ – время, $x \in R^n$ – фазовая переменная, моменты $\tau_i \in R_+$ занумерованы в возрастающем порядке, $\varepsilon > 0$ – малый параметр, нечеткие отображения $F: R_+ \times R^n \rightarrow E^n$, $I_i: R^n \rightarrow E^n$, рассматривается схема полного усреднения и устанавливается близость решений исходного и усредненного включений на конечном промежутке. Отдельно выделяется периодический случай, в котором может быть получена более точная оценка. Также рассматриваются схемы частичного усреднения, ступенчатого усреднения и усреднения в случае отсутствия среднего.

Литература

1. Скрипник Н.В. Усреднение импульсных дифференциальных включений с нечеткой правой частью // УМЖ. - 2014. - Т.66, №11. - С. 1563 - 1577.
2. Skripnik N. Step scheme of averaging method for impulsive differential inclusions with fuzzy right-hand side // Contemporary Methods in Mathematical Physics and Gravitation. - 2015. - Vol.1, №1. - P. 9-26.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ НА ТРАЄКТОРІЮ СНАРЯДА СТАБІЛІЗОВАНОГО ОБЕРТАННЯМ

Стеля О. Б., Потапенко Л. І., Сіренко І. П.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

oleg.stelya@gmail.com, lpotapenko@ukr.net

В роботі розглядається математична модель руху центра мас снаряда, стабілізованого обертанням, під дією різноманітних сил. Модель дає змогу розраховувати траєкторію польоту з врахуванням дії балістичних, та метеорологічних чинників. Вплив зовнішніх факторів, таких як вітер, ефект деривації, вплив сили Магнуса, суттєво впливають на траєкторію снаряда. Аналіз впливу цих факторів дозволяє уточнювати існуючі таблиці стрільби та будувати нові таблиці для різних типів снарядів.

Система рівнянь, що використовується в роботі, записується в векторному вигляді:

$$m \frac{d\vec{u}}{dt} = \vec{GF} + \vec{DF} + \vec{LF} + \vec{MF}, \quad (1)$$

$$\frac{d\vec{X}}{dt} = \vec{u}, \quad (2)$$

де m – маса тіла, $\vec{u}$ – вектор швидкості тіла, $\vec{X}$ – вектор координат тіла, $\vec{GF}$ – сила тяжіння, $\vec{DF}$ – сила опору повітря, $\vec{LF}$ – підйомна сила, $\vec{MF}$ – сила Магнуса.

Для розв'язування системи звичайних диференціальних рівнянь використовується чисельний метод Кутта-Мерсона 5-го порядку. В наслідок того, що частина додаткових умов для системи (1)–(2) задається на одному кінці відрізка інтегрування, а частина на другому, в загальному алгоритмі розв'язування задачі використовується метод стрільби.

В роботі наводяться приклади розрахунку впливу вітру, впливу сили Магнуса, початкової швидкості тощо на траєкторію снаряда при різних дальностях до цілі та при різних висотах цілі над площиною стрільби. Результати моделювання порівнюються з даними таблиць стрільби.

СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ В ЛІНІЙНИХ СИСТЕМАХ ІЗ ФІКСОВАНОЮ СТРУКТУРОЮ

Страхов Є. М., Ставицька Н. М.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

swebus86@gmail.com , natadancer1@rambler.ru

Розглядається лінійна неперервна система з квадратичним термінальним функціоналом якості

$$J = \langle P_0 x(T), x(T) \rangle \rightarrow \inf \quad (1)$$

за умов

$$\frac{dx(t)}{dt} = A(t)x(t) + C(t)u,$$

$$x(0) = x_0,$$

$$u = \psi_i(t, b_i), \quad t \in [t_i, t_{i+1}], \quad i = 0, \dots, N-1,$$

де $t \in [t_0, T]$ – часова змінна, $x(t)$ – вектор фазових координат розмірності n , $u(t)$ – керування, $\psi_i(t, b_i)$ – задані неперервні функції, $b_i \in [\alpha_i, \beta_i]$ – невідомі числові параметри, $t_1, t_2, \dots, t_{N-1}$ – фіксовані точки перемикання. Задача структурно-параметричної оптимізації полягає у знаходженні таких значень параметрів, при яких функціонал (1) досягає мінімального значення.

До цієї задачі було застосовано метод динамічного програмування, отримано інтегро-диференціальне рівняння Беллмана [1]. Розроблено чисельний алгоритм оптимізації параметрів у випадку релейного керування $u = b_i$. Задача пошуку оптимальних параметрів зводиться до аналізу поведінки квадратичної функції.

Література

1. Страхов Є. М. Структурно-параметрична оптимізація систем керування на основі методу динамічного програмування: дис. на здобуття наук. ступеня канд. фіз.-мат. наук: 01.01.09 / Є. М. Страхов. – Одеса, 2013. – 123 с.

ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ОБ'ЄКТАМИ В УМОВАХ ЧАСОВИХ ОБМЕЖЕНЬ

Тимашов О.О.

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

alex_timashov@mail.ru

ТКС можна визначити як спеціалізовані (замовні) мікропроцесорні системи, що безпосередньо взаємодіють з об'єктом контролю або управління та об'єднані з ним конструктивно.

В значній мірі складність створення ТКС підтверджується і відсутністю в літературі чіткого визначення для цього класу обчислювальних систем. Деякі приклади визначень: ТКС можна вважати будь-яку обчислювальну систему, яка не є ПК, портативним комп'ютером (laptop) або великим універсальним комп'ютером (mainframe computer); Пристрій, який включає в себе програмований комп'ютер, але не є при цьому комп'ютером загального призначення; Система обробки інформації, вбудована в який-небудь продукт.

В діапазон реалізацій ТКС потрапляють і найпростіші пристрої рівня домашнього таймера, і найскладніші розподілені ієрархічні системи, що керують критично важливими об'єктами. Важливо що, проектуючи ТКС, розробник завжди створює спеціалізовану обчислювальну систему незалежно від ступеня співвідношення готових і заново створюваних рішень. Він повинен аналізувати всі рівні організації системи. Він має справу не зі створенням програми в готової операційному середовищі при наявності потужних і зручних інструментальних засобів, а зі створенням нової спеціалізованої ВС в умовах жорстких обмежень самого різного плану.

Принципова відмінність інформаційних систем (Information Technology) від СРЧ (real-time) полягає в трактуванні параметра «реакція вхід-вихід»: «The right answer late is wrong».

Проектування ТКС виникає з особливостей сучасної елементної бази. Поряд з традиційними програмованими процесорними ядрами (мікропроцесорами) розробник має справу з великим числом програмованих спецпроцесорів, функціональними розширниками і контролерами, зі схемами програмованої логіки, з сучасною цифро-аналоговою елементною базою, що працює в дуже широкому діапазоні: налаштування часових параметрів і режимів.

МНОГОАГЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ.

Тимашова Л.А., Таран Л.Ю., Пустовойт Р.Ю.

Международный научно-учебный центр информационных технологий
и систем НАН и МОН Украины

dep190@irtc.org.ua

В настоящее время данная область исследований является областью научных интересов специалистов как в области управления, так и в области создания многоагентных систем (МАС). Основная идея управления в производственной системе – прогнозирование загрузки ресурсов, оценка состояния исполнения заказов и поиск лучших вариантов на основе обновления информации об доступных ресурсах в режиме on-line.

Мультиагентный подход предназначен для моделирования функционирования и прогнозирования поведения сложных распределенных иерархических систем в случае различных уровней иерархии. Рассматриваемый в системе мультиагент – это аппаратная или программная сущность, способная действовать в интересах достижения целей, поставленных перед ним владельцем или пользователем. Таким образом, в рамках мультиагентных систем рассматриваются агенты, как автономные компоненты, действующие по определенному сценарию. Для реализации таких систем самоорганизация рассматривается как динамический адаптивный процесс, в котором структура системы и взаимодействие компонент возникают без внешнего вмешательства и поддерживаются на основе обмена локальной информацией. .

Модель МАС является моделью, предлагающей эффективное решение при разработке приложений, состоящих из большого числа автономных, в частности, мобильных объектов, имеющих собственные цели, обладающих ограниченными знаниями о других сущностях, структуре системы в целом и внешней среде.

Показано, что модель МАС является перспективной моделью, которая предлагает эффективные направления развития информационных технологий, специально ориентированные на реализацию открытых распределенных интеллектуальных систем сетевой структуры.

ЗВЕДЕННЯ НЕРОЗВ'ЯЗНИХ ЗАДАЧ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДО РОЗВ'ЯЗНИХ ШЛЯХОМ РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ ОБЧИСЛЕНЬ

Тимофієва Н.К

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних
технологій та систем НАН та МОН України

tymnad@gmail.com

Для розв'язання задач комбінаторної оптимізації великих розмірностей використовують різні методи, зокрема декомпозицію або розпаралелювання обчислень. З цією метою математичну модель задачі певного класу необхідно розробляти так, щоб вона природно розділялася на підзадачі, які можна розв'язувати незалежно одну від другої. В іншому разі при роботі таких алгоритмів може порушуватися єдиний процес розв'язку, при якому для розв'язання однієї підзадачі необхідно використовувати результати, отримані для іншої.

В комбінаторній оптимізації аргументом цільової функції виступають комбінаторні конфігурації $w^k \in W$, де W – їхня множина, k – порядковий номер w^k у $w^k \in W$. Множина W , крім перестановок, складається з підмножин ізоморфних комбінаторних конфігурацій W_η , а за способом утворення варіантів розв'язку задачі підмножина W_η (відповідно і множина перестановок) також розділяється на менші підмножини. Генерування комбінаторних конфігурацій (аргумента цільової функції) у виділених підмножинах проводиться незалежними процедурами. Відповідно множина значень цільової функції розділяється на підмножини, в кожній з яких оптимальний розв'язок знаходиться в паралельному режимі відомим або спеціально розробленим методом. В цьому разі задача полягає у знаходженні оптимального розв'язку серед усіх отриманих для незалежних підмножин. З використанням цієї властивості комбінаторних множин задача комбінаторної оптимізації певного класу зводиться до розв'язної. Отже, знаючи структуру множин комбінаторних конфігурацій та їхні властивості, досить просто загальну прикладну задачу розділити на незалежні підзадачі, що дозволяє проводити розпаралелювання обчислень.

МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОФІЛЮ СОЛІТОНОПОДІБНОЇ ХВИЛІ В МЕЖАХ НАБЛИЖЕННЯ МІЛКОЇ ВОДИ ПРИ ДОВІЛЬНІЙ ПОВЕРХНІ ДНА

Турбал Ю., Бомба А., Радовенюк О., Турбал М.

Національний університет водного господарства та

природокористування, м.Рівне

turbaly@gmail.com

В роботі розглядається система рівнянь типу мілкої води за умов відсутності в'язкості та компонент зовнішньої сили. Форма профілю хвилі представляється у вигляді:

$$h(r, t) = \gamma_h(t) \exp\left\{-\frac{g(r - \tilde{r}(t))}{\varepsilon}\right\} + c_{gl}, \quad (1)$$

де $\gamma_h(t)$, $\tilde{r}(t)$, $g(\cdot)$ - деякі функції, ε , c_{gl} - константи.

Співвідношення (1) описує кругову одиночну хвилю незмінного в часі профілю, що поширюється від деякого центра.

Нехай початкова умова для профілю хвилі, записується у вигляді, аналогічному до представлення (1):

$h(r, t_0) = \gamma_h(t_0) \exp\left\{-\frac{g(r - \tilde{r}(t_0))}{\varepsilon}\right\} + c_{gl}$, де g - задана функція. Розв'язок системи рівнянь мілкої води знаходиться у формі (1). При цьому при $r = \tilde{r}(t) + \alpha$ отримуємо задачу Коші для знаходження функції $\gamma(t)$.

Змінюючи параметр α , покриватимемо область $\Omega = \{(r, t) : r \in [0, +\infty), t \in [0, +\infty)\}$ кривими $\Omega_\alpha = \{(r, t) : r = \tilde{r}(t)\}$, де існує точний розв'язок відповідної системи рівнянь. Так отримуватимемо наближення для профілю хвилі. Очевидно, що для практики часто найбільш важливою є точка максимуму збурення, наприклад, при накочуванні цунамі на берег. Тоді опис всього профілю є не настільки важливим і ми можемо знаходити його лише у кількох контрольних точках, вибираючи параметр α .

Література

1.Yuriy Turbal, Mariana Turbal, Andriy Bomba and Radoveniuk Olena Method of Earthquake Prediction Based on the Soliton Mechanisms of Some Shocks //Journal of Environmental Science and Engineering.-2014.- № 3 .-p 151-155.

УРАХУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПРИ РОЗВ'ЯЗУВАННІ ЗАДАЧІ ДИСКРЕТНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Харченко І.І., Квицинський Є.Ю.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ihar@unicyb.kiev.ua

Робота присвячена дослідженню та застосуванню методів оптимізації для задач, пов'язаних з дискретними системами. Дослідження таких задач суттєво спрощується, якщо замість самих об'єктів або процесів розглядати їх математичні моделі у дискретній формі. В задачах прикладного характеру часто виникає необхідність урахування елементів невизначеності характеристик об'єкта, що досліджується. Один із підходів до розв'язування такого класу задач полягає в тому, що при відсутності точної інформації про початковий стан системи слід розглядати певну множину, з якої можуть вибиратися початкові значення. Для модельних прикладів були враховані загальні принципи постановки задач дискретної оптимізації. Проаналізовано особливості вибору методу для розв'язування конкретних прикладних задач однопроцесорного та двопроцесорного обслуговування множини заявок.

Практичний аналіз задач дискретної оптимізації розглядався на прикладі задачі обслуговування множини заявок: класичної та модифікованої, для яких було досліджено складність та ефективність використаних алгоритмів. У результаті практичної реалізації розглянуті приклади двопроцесорної задачі обслуговування заявок та задачі обслуговування зі штрафом у вигляді монотонних функцій. Алгоритм розв'язання задачі двох процесорного обслуговування був програмно реалізований мовою C++. Результатом роботи програми є створення оптимального розкладу обслуговування множини заявок.

Дослідження, виконані в роботі, виявили можливість застосування чисельно-аналітичних методів розв'язування задач дискретної оптимізації. Створене програмне забезпечення може бути корисним для розв'язування конкретних задач, які виникають у технічних системах і можуть бути поширені на задачі широкого профілю.

ДИФУЗІЙНИЙ ПРОЦЕС З МАЛОЮ ДИФУЗІЄЮ В СХЕМІ УСЕРЕДНЕННЯ

¹Хімка У.Т., ²Чабанюк Я.М., ³Кінаш О.М.

¹Національний університет "Львівська політехніка",

²Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,

³Львівський національний університет ім. І.Франка)

yaroslav_chab@yahoo.com

Розглядається випадкова система з дифузійним збуренням, що є розв'язком стохастичного диференціального рівняння

$$du^\varepsilon(t) = C(u^\varepsilon(t); x(t/\delta\varepsilon))dt + \delta^{1/2}\sigma(u^\varepsilon(t); x(t/\delta\varepsilon))dw(t), \quad (1)$$

де $u^\varepsilon(t)$ - випадкова еволюція[1]; $C(u; x), u \in R^d$, - функція регресії[2]; $w(t)$ - вінерівський процес; $\sigma(u; x)$ - дифузія; δ - малий параметр, що характеризує вплив дифузії на випадкову еволюцію. Рівномірно ергодичний марковський процес $x(t), t \geq 0$, визначено на фазовому просторі станів в (X, X) зі стаціонарним розподілом $\pi(B), B \in X$ та генератором

$$Q\varphi(x) = q(x) \int_X P(x, dy) [\varphi(y) - \varphi(x)]$$

на дійснозначних тест-функціях з нормою $\|\varphi(x)\| := \sup_{x \in X} |\varphi(x)|$ [1]. Тут $q(x)$ - інтенсивність часу перебування системи в стані x .

Теорема. Для дифузійного процесу (1) має місце слабка збіжність $u^\varepsilon(t) \rightarrow \hat{u}(t), \varepsilon \rightarrow 0$, де гранична еволюція $\hat{u}(t)$ є розв'язком стохастичного диференціального рівняння

$$d\hat{u}(t) = C(\hat{u}(t))dt + \delta^{1/2}\sigma(\hat{u}(t))dw(t)$$

з зсувом $C(u) = \int_X \pi(dx)C(u; x)$ та дифузією $\sigma^2(u) = \int_X \pi(dx)\sigma^2(u; x)$.

Література

1. Koroliuk V., Limnios N. Stochastic Systems in Merging Phase Space. World Scientific Publishing, - 2005. - 330Р.
2. Хімка У.Т., Чабанюк Я.М. Збіжність стохастичної оптимізації з марковськими переключеннями.// (PDMU-2009) International Conference. Abstracts. Sxidnizya, April 27-30. Ukraine.-2009. С. 172.

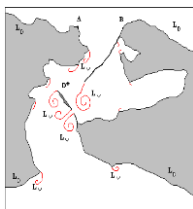
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.

Черний Д.И.

Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

Вычислительные технологии, основанные на методе дискретных особенностей [1] и использовании одного частного решения уравнений Навье-Стокса, позволяют создавать компьютерные системы для экспресс-прогнозирования эволюции широкого спектра процессов в области гидрологии, метеорологии, экологии и геодинамики [2,3]. Наибольшую потребность в экспресс-прогнозе эволюции таких процессов, как распространение загрязнений в атмосфере и массоперенос (с учетом загрязнений) в ограниченных акваториях под воздействием изменяющихся гидрологических и атмосферных условий испытывают службы, призванные оперативно предупреждать развитие природных и техногенных катастроф и уменьшать/предотвращать их воздействие на окружающую среду. Наиболее важными факторами для оперативного реагирования являются тенденции развития посткатастрофического процесса и оценки времени для обеспечения возможных упреждающих и спасательных мероприятий. Наличие компьютерной системы для адекватного прогноза распространения загрязнения в акватории позволит спасательным службам принимать решения и оптимизировать последовательность действий, направленных на локализацию и ликвидацию последствий аварий в акватории.



ЩОДО РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ В СОЦІОЛОГІЇ

Черній П.Д.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

При математичному дослідженні процесів розповсюдження інформації, соціологи традиційно виділяють наступні етапи [1, ст.6]:

1)Ознайомлення з соціологічною теорією, на основі якої будується модель; 2)Пошук основних елементів структури об'єкта, взаємозв'язків та керуючих факторів; 3)Побудова інформаційної моделі та аналітичних схем на основі соціологічної теорії об'єкта моделювання; 4)Аналіз інформаційної моделі та побудова математичної моделі (вибір математичного апарату, формалізація структури, взаємозв'язків та елементів); 5)Комп'ютерна реалізація математичної моделі (вибір методу комп'ютерного моделювання та алгоритму моделювання); 6)Тестування комп'ютерної моделі (робота з комп'ютерними моделями як з об'єктами дослідження.

Враховуючи необхідність побудови коректних математичних моделей, які адекватно віддзеркалюють соціальні процеси пропонується класична (з математичної точки зору), впорядкована послідовність етапів, необхідних для побудови коректних математичних моделей в соціології. Етапи створення моделі:

1) Ознайомлення з соціологічною теорією, аналіз гіпотез та припущень та вибір якомога більш повного набору контрольних параметрів, що визначають, властивості досліджуваного соціального процесу;

2) Пошук та збір даних пов'язаних з властивостями соціального процесу; за необхідності – проектування та проведення відповідних соціологічних досліджень;

3) Аналіз даних з застосуванням гіпотез, припущень та теорії (у тому числі теорії розмірностей [2, ст. 9-19];

4) Формалізований опис зв'язків між елементами системи та дослідження гіпотез про їх значимість та інші властивості;

5) Створення формалізованого математичного опису процесу, що досліджується у вигляді системи рівнянь, нерівностей, тощо. Постановка задачі, пошук та аналіз можливих розв'язків, враховуючи результати перевірки гіпотез з пункту 4;

6) Визначення меж застосування створеної моделі;

7) Інтерпретація результатів чисельного та аналітичного дослідження для фахівців суспільних наук.

Література

1. «Опыт моделирования социальных процессов (вопросы методологии и методики построения моделей)», В.И.Паниотто, Л.А.Закревская, А.В.Черноволенко и др. Отв. ред. В.И.Паниотто,; Киев: Наук. Думка, 1989. – 200 с.
2. «Методы подобия и размерности в механике», Л.И. Седов; Москва: Наука, 1972 – 435 с.

РОЗРОБКА ДИНАМІЧНИХ ТЕСТОВИХ МОДУЛІВ ДЛЯ СДН ОМЕГА З НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ «ІМОВІРНОСНІ ОСНОВИ МЕТОДУ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ».

Шарапов М.М., Кучеренко О.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

boxus@ukr.net

Для системи дистанційного навчання Омега було розроблено динамічні тестові модулі. На відміну від модулів динамічно-логічного типу динамічні тестові модулі дозволяються на основі базової множини задач/питань створювати псевдо-унікальні тести для кожного користувача.

Програмування проводилось мовою серверного програмування php. На відміну від загально прийнятих підходів, не уся інформація зберігається в базі даних (MySQL), а лише та її частина, яка опрацьовується php-скриптами С-складової MVC-моделі (М – «model» – модель, V – «view» – представлення, С – «controller» – контролер).

Застосування динамічних тестових модулів для дистанційного навчання з одного боку робить систему дистанційного навчання більш гнучкою та ускладнює процес гуртового опрацювання, а з іншого боку залишає відкритим питання філософсько-педагогічного характеру однотипності тестів для усіх об'єктів тестування. Ускладнюються також статистичні методи визначення складності задач (саме за результатами тестування) по-перше, через не-однотипність складових тестів для опитуваних, і по-друге, через зменшення об'ємів вибірок по кожній конкретній задачі/питанню.

В оболонці Омега було розміщено матеріали курсу «Імовірносні основи методу імітаційного моделювання». Змістовий модуль 1 – «Імітаційне моделювання випадкових величин». Змістовий модуль 2 – «Імітаційне моделювання випадкових векторів та процесів».

Стохастичні імітаційні моделі (СІМ) широко використовуються не лише у спеціалізованих пакетах математичних програм, а і у

комп'ютерних іграх, тренувальних апаратах-симуляторах, при побудові верифікаційних моделей, при моделюванні процесів у мікро та макроекономіці, тощо.

Література

1. Харин Ю.С., Степанова М.Д. «Практикум на ЭВМ по Мат. статистике», Минск, издание «Университетское», 1987.
2. Моисеев А.К. «Имитационное моделирование», Кемерово, 2000.
3. Самарский А.А., Михайлов А.П. «Математическое моделирование: идеи, методы, примеры», М. 2002.

ПРО КОМБІНОВАНИЙ МЕТОД НЬЮТОНА-ПОТРА ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ

Шахно С.М., Баб'як А.-В.І., Ярмола Г.П.

Львівський національний університет імені Івана Франка

s_shakhno@franko.lviv.ua, andrij@myscience.org.ua,

halina_yarmola@ukr.net

Нехай потрібно знайти розв'язок нелінійного рівняння

$$H(x) \equiv F(x) + G(x) = 0, \quad (1)$$

де оператори F і G визначені на опуклій множині D банахового простору X зі значеннями в банаховому просторі Y . F - диференційовний за Фреше оператор, G - неперервний оператор, диференційовності якого, в загальному випадку, не вимагається.

У праці [1] для розв'язування операторного рівняння $F(x) = 0$ запропоновано триточковий різницьевий метод (метод Потра) з порядком збіжності 1,839...

$$x_{n+1} = x_n - [F(x_n; x_{n-1}) + F(x_{n-2}; x_n) + F(x_{n-2}; x_{n-1})]^{-1} F(x_n).$$

На основі методів Ньютона та Потра нами розроблено ітераційний процес для розв'язування рівняння (1). Його ітераційна формула має вигляд

$$x_{n+1} = x_n - A_n^{-1} H(x_n), \quad n = 0, 1, \dots, \quad (2)$$
$$A_n = F'(x_n) + G(x_n; x_{n-1}) + G(x_{n-2}; x_n) + G(x_{n-2}; x_{n-1}).$$

В цій роботі вивчено локальну та напівлокальну збіжність методу (2) за класичних умов Ліпшиця для похідної Фреше та поділених різниць першого та другого порядків і встановлено порядок збіжності 1,839..., як і для методу Потра. Дослідження напівлокальної збіжності

проведено з використанням принципу мажорант Канторовича. Отримані нами результати для базових методів узгоджуються із відомими результатами. Для демонстрації роботи запропонованого ітераційного процесу (2) проведено числові експерименти на тестових задачах з недиференційовним оператором.

Література

1 Potra F.A. On an iterative algorithm of order 1.839... for solving nonlinear operator equations // Numer. Funct. Anal. and Optimiz. – 1984-85. – 7(1). – P. 75-106.

МЕТАМОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ АНАЛІЗУ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ СИСТЕМ ПАРАБОЛІЧНОГО ТИПУ

¹Щербатий М.В., ²Щербата І.В.

¹Львівський національний університет імені Івана Франка

²Львівський національний аграрний університет

shcherbatyy@gmail.com

Нехай поведінка системи в просторово-часовій області Ω моделюється початково-крайовою задачею для рівняння параболічного типу:

$$F(t, x, y, y_t, y_x, y_{xx}, u) = 0, \quad (t, x) \in \Omega. \quad (1)$$

Шукана функція y , яка характеризує поведінку системи, залежить від ряду параметрів u . Числові значення вектора параметрів u моделі (1) (або деякої частини з них) невідомі. В той же час, відомі значення g_{iz} певної характеристики системи в дискретному наборі точок (t_i, x_i) , $i = \overline{1, k}$ області Ω : $g_i(u) = g(t_i, x_i, y(t_i, x_i), u)$. У випадку застосування методу найменших квадратів задача ідентифікації параметрів зводиться до пошуку мінімуму функціоналу:

$$\varphi(u) = \sum_{i=1}^k (g_i(u) - g_{iz})^2 \rightarrow \min_u, \quad u \in U_\delta, \quad (2)$$

де U_δ - множина допустимих значень невідомих параметрів u .

Розв'язування задачі оптимізації (2) приводить до необхідності багатократного розв'язування задачі аналізу (1) для різних значень параметрів u . У випадку складних систем розв'язування задачі аналізу (1) вимагає значних часових та обчислювальних затрат. Тому доцільною є побудова простих аналітичних залежностей (мета-моделей) $\tilde{g}_{ij}(u)$, $i = \overline{1, k}$ і/або $\tilde{\varphi}_j(u)$, які в певних підобластях $U_{\delta_j} \subset U_\delta$

з достатньою точністю апроксимують функції $g_i(u)$, $\psi(u)$. Метамоделі будуються на основі невеликої кількості обчислень функцій $g_i(u)$, $\psi(u)$ згідно повної моделі (1) в точках обчислювальних експериментів $u_{sj} \in U_{\partial j}$, $s = \overline{1, n_j}$ (n_j - кількість точок експерименту на j -ій ітерації). В даній роботі розглянуто різні типи метамоделей для задач аналізу та ідентифікації параметрів для систем параболічного типу. Приведено приклади застосування поліноміальних регресійних моделей для метамоделювання процесів гетеродифузного масопереносу.

Наукове видавництво ТВіМС
Свідоцтво ДК 110 від 5.07.2000 р.
у Державному реєстрі видавців, виготовників
і розповсюджувачів видавничої продукції
03127, м.Київ, пр. Глушкова, 2

NOTE