

*Taras Shevchenko National University of Kyiv
(Faculty of Cybernetics)
International Institute for Applied Systems Analysis (Austria)
Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine
Lviv Polytechnic National University
Ivan Franko National University of L'viv
System Analysis Committee of Presidii National Academy of
Sciences of Ukraine
Academy of Sciences "Vyshcha Shkola" of Ukraine*

***XVII International Conference
PROBLEMS OF DECISION MAKING
UNDER UNCERTAINTIES
(PDMU-2011)***

May 23-27, 2011

ABSTRACTS

Skhidnytsia - 2011

INTERNATIONAL PROGRAM COMMITTEE

A.Nakonechny (Ukraine) – Chairman,
F.Chernousko (Russia), A.Chekriy (Ukraine), J.-F.Emmenegger
(Switzerland), Yu.Ermoliev (Austria), I.Gaishun (Belarus), J.Kaluski
(Poland), V.Korolyuk (Ukraine), A.Kurzhanskii (Russia), A.Lindquist
(Sweden), M.Makowski (Austria), J.Michalek (Czech Republic),
I.Sergienko (Ukraine), Ya.Savula (Ukraine), O.Zakusylo (Ukraine)

NATIONAL ORGANIZING COMMITTEE

A.Anisimov – Chairman,
Ya.Yeleiko – Vice-chairman
Ya.Chabanuk – Vice-chairman
V.Akimenko, M.Bartish, I.Beyko, M.Bratyichuk, O.Chernyak,
V.Donchenko, F.Garashchenko, O.Iksanov, P.Knopov,
E.Lebedev, I.Lyashenko, V.Marcenyuk, N.Semenova,
F.Sopronyuk, A.Vlasyuk, V.Zaslavsky, V.Zhyrba

LOCAL ORGANIZING COMMITTEE

P.Zinko – Chairman,
V.Shevchenko, O.Lukovych, A.Muzychuk, O.Kinash,
O.Kucherenko, G.Tymkiv, O.Kapustyan, U.Himka, M.Loseva,
S.Semenyuk, T.Korobko, I.Bydz, P.Gorun, O.Pavluchenko,
O.Kiykovska, I.Usar



Члени міжнародного програмного комітету і учасники конференції вітають із 65-річчям

НАКОНЕЧНОГО

ОЛЕКСАНДРА ГРИГОРОВИЧА

доктора фізико-математичних наук, професора, завідувача кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень Київського національного університету імені Тараса Шевченка, академіка АН ВШ України, заслуженого працівника освіти України, голову програмного комітету PDMU.

Олександр Григорович народився 9 січня 1946 р. в с. Красне Обухів. р-ну Київ. обл. Закінчив із срібною медаллю Бучанську середню школу робітничої молоді (1964 р.) і одразу поступив на мех.-мат. ф-т Київ. ун-ту ім. Т.Г.Шевченка. Після закінчення в 1969 р. мех.-мат. ф-ту почав працювати на тільки організованому ф-ті кібернетики Київського ун-ту. Одночасно поступив в заочну аспірантуру при кафедрі теорії ймовірностей. В 1973 р. захистив кандидатську дисертацію. З 1971 по 1995 р. працював на кафедрі моделювання складних систем ф-ту кібернетики на посаді асистента (1971-1975), старшого викладача (1975-1978), доцента (1978-1983), професора (1983-1995). В 1995 році очолив кафедру теорії автоматизованих систем (нині кафедра системного аналізу та теорії прийняття рішень). В 1981 р. захистив докторську дисертацію. В галузі прикладної математики створив власну наукову школу. Серед його учнів 16 кандидатів та 6 докторів наук. Голова спеціалізованих рад із захисту докторських дисертацій (1995-1997, 2005-2007), з 2007 – 2011 – заступник голови. Постійно працює в експертній раді ВАК України з інформатики (2000-2002 – заступник голови). З 2007 член експертної ради ДАК України з природничих наук і математики. Лауреат Премії молодих вчених Київського державного університету імені Тараса Шевченка (1976 р.), лауреат нагороди Ярослава Мудрого АН ВШ України (2000 р.), нагороджений Почесною грамотою МОН України (2007 р.), заслужений працівник освіти України (2009 р.).

Бажаємо шановному Олександру Григоровичу довгих і щасливих років життя, міцного козацького здоров'я, бадьорого духу і віри у все краще, що є у цьому світі!!!



Члени міжнародного програмного
комітету і учасники конференції
вітають із 70-річчям

БАРТІША

МИХАЙЛА ЯРОСЛАВОВИЧА

доктора фізико-математичних наук,
професора, завідувача кафедри теорії
оптимальних процесів

Львівського національного
університету імені Івана Франка,
академіка АН ВШ України

Михайло Ярославович народився 1 березня 1941 р. у с. Соколівка Буського р-ну Львів. обл. У 1962 р. закінчив мех.-мат. ф-т Львівського державного ун-ту ім. І.Франка. У 1968 р. захистив кандидатську дисертацію. Доктор фіз.-мат. наук з 2003 р., професор з 2005 р., завідувач кафедри теорії оптимальних процесів з 1975 р., 1986-1995 рр. – декан ф-ту прикладної математики та інформатики Львівського нац. ун-ту ім. І.Франка. Основні наукові результати: чисельні методи розв'язування нелінійних функціональних рівнянь і задач на екстремум, побудова і дослідження нових класів методів із надлінійною збіжністю для розв'язування конкретних класів задач. Під його керівництвом захищено 6 кандидатських дисертацій. Опублікував понад 200 наукових та навчально-методичних робіт, серед яких 5 навчальних посібників. Навчальні курси, які читає проф. Бартіш М.Я., визначаються потребою у підготовці спеціалістів з системного аналізу і науковими інтересами. Це загальні і спеціальні курси: «Методи оптимізації», «Математична економіка», «Математичні методи в економіці», «Дослідження операцій» і інші. Під його керівництвом понад 30 років проводились науково-дослідні та госпдоговірні роботи спільно з науковими, проектно-конструкторськими установами та виробничими підприємствами міст Львова, Києва, Талліна, Москви ін.М.Я. Бартіш протягом багатьох років є членом спеціалізованих рад, членом редколегії збірників і журналів. З 2006 року член експертної ради з інформатики та кібернетики ВАК України, член експертної ради ДАК України з природничих наук і математики.

Бажаємо шановному Михайлу Ярославовичу доброго здоров'я на багато років, нових успіхів і творчого довголіття!

CONTENT*

ЗМІСТ

Bakhrushin V. E.

A new approach for the coefficient of determination estimation and its application to decision making15

Biryukov D.S., Voronenko V.V., Pischykov K.V.

Risk management framework for military objects that contain radioactive waste materials in Ukraine16

Biletskyy B.O.

Modeling of intracellular processes17

Bogomas O.

On optimal control problem for nonlinear elliptic variational inequalities with neyman boundary conditions17

Bogomas V.

On the one problem of vector optimization of dynamic of the mechanical vibrosystem18

Chechelnitzki A., Kucherenko O.

Diffusion properties of multichannel and single queues in the network models with the parallel structure and the common flow19

Dolenko G, Konareva E, Manovitska D.

Multicriteria decision making problem of evaluating the effectiveness of Ukrainian regional economic development20

Sharapov M.M., Navruzov F., Doroshenko S., Zhulidova K.

Estimating of probabilities under uncertainties22

Slabospitsky A.S.

Least squares parameter estimation with minimum deviation from ‘attraction’ points for bilinear systems under uncertainties22

Vergunov V.

Economic risk management model based on fuzzy neural networks24

Аджубей Л.Т., Ляшко О.С.

Задача оптимального керування односекторної економічної системи26

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

Акіменко В.В., Єфіменко А.А. Модель оптимального керування конкурентоспроможністю компаній	27
Анісімова Н.О., Сеньо П.С. Параметризована множина короткокрокових інтервальних ітераційних методів розв’язування систем трансцендентних рівнянь	28
Артеменко Б.М., Сангінова О.В. Комп’ютерна підтримка процесу одержання вугілля активного	29
Бартіш В. Я., Николайчук Л.В. Про одну модифікацію трикрокового ітераційного методу мінімізації функцій.	31
Бартіш М.Я., Ковальчук О.В., Огородник Н.П. Про деякі проблеми трикрокових ітераційних методів	32
Бейко І.В. Методи оптимізації математично-комп’ютерних моделей для складних керованих процесів із неповними даними.....	33
Бейко І.В. , Зінько П.М. Методи асимптотично-розв’язуючих операторів високого порядку для розв’язування нелінійних крайових задач	34
Бейко І.В., Мартинюк А.В. Методи прогнозування і оптимізації прибутковості цінних паперів та інвестиційних портфелів	34
Бейко І.В., Щирба О.В. Алгоритми внутрішньої точки в методах оптимізації лінійних керованих процесів із розподіленими параметрами	35
Бидюк П.И., Фёдоров А.В., Гасанов А.С. Анализ возможности выбора лучшего из множества торговых роботов	36
Бойчук О.А., Покутний О.О. Крайова задача в банаховому просторі з періодичним операторним коефіцієнтом	37
Бомба А. Я., Савюк Є. В., Теребус А.В. Прийняття рішень та керування процесами руху рідин у водоймах- охолоджувачах із урахуванням впливу джерел поповнення течії	38

Бомба А.Я., Сафоник А.П. Математичне моделювання процесу аеробного очищення стічних вод шляхом фільтрування	39
Бондарев Б. В., Баев А. В. Об одной модели эволюции рисковогo актива	40
Бондарев Б.В., Жмихова Т.В. Оцінка ймовірності банкрутства страхової компанії для моделі Крамера – Лундберга у випадку, коли розподілом позовів є суміш зсунутих експоненціальних розподілів.	41
Бондарчук Ю.В. Щодо трансформації IP-мережі з дейтаграмної в квазіканальну	42
Бочкор І.І., Сангінова О.В. Моніторинг та моделювання процесу переробки відходів спиртової промисловості	43
Вергунова І.М., Вергунов В.А., Пепо П., Сарварі М. Оптимізація параметрів агротехнології вирощування зернових	45
Власюк А.П., Федорчук Н.А. Математичне моделювання впливу тепло-масопереносу на напружено-деформований стан ґрунтового масиву в процесі руху вільної поверхні ґрунтових вод	46
Власюк А.П., Цвєткова Т.П. Математичне моделювання масоперенесення солей при сумісній фільтрації та вологоперенесенні в насичено-ненасичених ґрунтах в нелінійній постановці	48
Войтова Т.А., Семенов В.В. Экономичная схема для задач с ограничением в виде вариационного неравенства	51
Гайдучок О.В. Прогнозування економічного розвитку енергозалежної економіки	52
Гайовський В.С., Сопронюк Ф.О. Квазілінійні конфліктно керовані процеси зі зміною вимірності фазового простору	53
Голодюк Д.А. Про один підхід до ідентифікації та математичного моделювання дискретно спостережуваних розподілених просторово-часових систем	54

Горбачук В.М., Гаркуша Н.І. Громадська освіта: мотивація за множинності цілей, замовників і періодів	55
Горбенко В.І. Дослідження ефективності розпаралелювання матричних операцій при використанні технологій MPI та OPENMP	56
Горкуненко А.Б., Лупенко С.А. Математичне моделювання циклічних економічних процесів	57
Горун П.П., Чабанюк Я.М., Гнатів Л.Б. Збіжність стрибкової процедури оптимізації в Марковському середовищі	58
Громадченко Т.В., Мартинюк П.М. Про одну математичну модель зсувного процесу талого шару ґрунту в умовах тепло-солепереносу	59
Губеладзе А.К. О преобразовании модели стационарных двоичных циклических цепей Маркова	61
Демчук М. Б. Інтерполяція вільної поверхні в моделях промислового циркулярного нагнітання цементного розчину в сухий ґрунт	63
Джалладова І.А., Бабинюк О.І. Дослідження стійкості моделі відтворення робочої сили в умовах невизначеності	65
Дмитренко О.М., Боровик О.В. Задача інформаційної підтримки прийняття рішень щодо недопущення нестандартних ситуацій у пунктах пропуску	67
Долгополов И.Н. Основные принципы построения новых технологий управления в рамках киберсемиотической парадигмы	68
Донченко В.С. Алгебраїчні засоби групування: псевдообернення та групуючі оператори	70
Донченко В.С., Зінько Т.П. Алгоритм робастної віддільності для розпізнавання мовних сигналів	72

Доценко С.И., Кожевников Д. Оптимальные стратегии удвоения ставок	73
Емеличев В. А., Коротков В. В. Многокритериальная модель управления инвестиционными рисками в условиях неопределенности	74
Єлейко Я., Алієв С. Про поведінку миттєвої майбутньої спот-ставки в умовах невизначеності	76
Єлейко Я., Зброїнська Б., Куликовець Н. Про одну модель трансакційних виплат.....	77
Єлейко Я.І., Базилевич І.Б., Тимків Г.Б. Гранична теорема для гіллястого процесу з довільною кількістю типів частинок та імміграцією	79
Єлейко Я.І., Косаревич К. Деякі ймовірнісні аспекти аналізу кількісної конкуренції в умовах асиметричної невизначеності	80
Єлейко Я.І., Лазарів Т.М. Основні характеристики функціоналу виплат у дискретній моделі	81
Єлейко Я.І., Мазур С.М. Основні характеристики функціоналу виплат у неперервній моделі.....	82
Єп'ік Н.Б., Стефанишина Ю.Д., Стефанишин Д.В. Про зведення задачі багатокритеріальної оптимізації до задачі мінімізації ризику при попарному порівнянні альтернатив	83
Жерновий К.Ю. Дослідження системи $M^g/G/1/m$ з пороговим блокуванням вхідного потоку і перемиканнями режимів обслуговування	85
Жирицький В.П. Елементи інтероперабельності питань тестових завдань в системі дистанційного навчання "VITAVA" на прикладі курсу "Соціальна статистика"	86
Заболотна А.С. Моделювання та верифікація комунікаційних протоколів, представлених на мові SDL, за допомогою мереж Петрі високого рівня.....	88

Заболотний І.В., Шпак П.Р. Моделювання управління підприємством в умовах невизначеності з застосуванням керованих Марківських процесів	89
Заболоцький Т.М. Метод Монте-Карло для обчислення VaR курсів валют (досвід 2008-2009).....	91
Заворотний А.Л., Касьянюк В.С. Парето-оптимальна інтерполяція зображення об'єкта, сформованого оптичною системою, в умовах невизначеності	92
Загородна Н.В., Лупенко С.А., Луцків А.М. Проблеми керування криптоаналітичними грід-системами на базі мобільних агентів	93
Загородній Ю.В., Вітер А.В. Експертна система для управління ресурсами екосистем	94
Загородній Ю.В., Касян В.В. Аналіз моделі демографічної динаміки з врахуванням функції добробуту	95
Заславська О.В. Формалізація задачі оптимального розміщення об'єктів соціальної інфраструктури в малих містах і селищах України.....	97
Заславський В.А., Мова С.О. Газотранспортна система як складова критичної інфраструктури країни: сучасний стан та проблеми безпечного функціонування	98
Звізло М.Р. Системний аналіз процесів ризику за умов відновлювальних потоків надходжень.....	100
Зеленський С. В. Оптимальні стратегії в лінійно-квадратичних динамічних іграх за умов невизначеності.....	101
Зінько П.М., Печерний В.А. Чисельне моделювання нелінійної динаміки коливальних систем при обмеженому збудженні	102
Искендеров А.Д., Ягубов Г.Я., Ибрагимов Н.С. Задача идентификации для линейного стационарного уравнения квазиоптики со слабым обобщенным решением.....	104

Іксанов О.М., Маринич О.В. Про асимптотичні властивості Λ -коалесцентів з пилом.....	107
Ілащук М.С., Сопронюк Є.Ф., Сопронюк Ф.О. Мінімаксне оцінювання за параметрами в системах зі змінною вимірністю фазового простору.....	108
Капустян В.О., Лазаренко І.С. Особливості оптимальних керувань параболічними рівняннями з нелокальними крайовими умовами	109
Капустян О.А. Задача оптимальної стабілізації для параболічного включення	110
Кійковська О.І., Чабанюк Я.М., Хімка У.Т. Генератор випадкової еволюції в схемі усереднення	111
Кінаш О. М., Хомич С.В., Рева О. Моделі стохастичних комунікаційних систем як гравітаційні моделі.....	112
Клочко В.П. Про розподіл неперервної кусково-лінійної емпіричної функції розподілу	113
Ковальчук Л.В., Сиренко О.А. Анализ перемешивающих свойств операций, заданных на одном носителе	114
Козир С.М. Оцінка невідомого параметра в системах зі слабким сигналом.....	115
Коркуна Н.М., Цегелик Г.Г. Задача визначення ставки оподаткування суб'єктів господарювання, за якої відрахування в бюджет буде максимальним	116
Коцур М.П., Руснак М.А. Щодо оптимізації об'єктів з розподіленими параметрами	117
Кравець П.О. Нейроагентний метод вибору варіантів рішень.....	119
Крамар В.І., Лупенко С.А. Використання процесів самоорганізації в ЗАДАЧАХ прийняття рішень	120
Кудін В.І., Кудін Г.І., Харченко І.І. Дослідження умов практичної стійкості траєкторії оптимізаційної задачі на багатогранній множині при збуреннях	121

Кулян В.Р., Юнькова О.О., Рутицька В.В. Про модель ціноутворення портфеля акцій	123
Лебєдєв Є.О., Семенов В.В. Граничні властивості одного гіллястого процесу з імміграцією	124
Литвиненко І. О. Про вибір стратегії поведінки на біржі WebMoney Exchanger	125
Лукашів Т.О., Ясинський В.К. Асимптотична стійкість в середньому квадратичному в цілому систем стохастичних диференціально-різницевих рівнянь з Марковськими параметрами	126
Ляшенко І.М. Прямі та двоїсті моделі економічної динаміки	128
Макушенко І.А., Усар І. Я. Гістерезисні стратегії для $M / M / m / \infty$ -системи з повторними викликами	129
Марценюк В.П., Вакуленко Д.В., Сугоняк І.І. Експертна система діагностики та вибору комплексу методів лікування за методикою традиційної китайської медицини (концепція „У-СІН”)	130
Марценюк В.П., Лупенко С.А., Сверстюк А.С. Використання вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів у задачах професійного поліграфічного обстеження	134
Матвієнко В.Т. Термінальне керування дискретними системами з обмеженнями.....	135
Машенко С.О., Бовсунівський О.М. Багатокритеріальна задача з нечіткою ціллю	136
Меньшиков Ю.Л. Про матричний критерій спостереженості.....	137
Мічута О.Р., Власюк А.П., Мартинюк П.М. Про одну задачу фільтраційної консолідації засолених ґрунтів з урахуванням впливу хімічної суфозії в неізотермічних умовах	138
Назарага І.М. Визначення темпу технічного прогресу на основі виробничої функції	140

Наконечний О.Г.	
Задачі гарантованого оцінювання параметрів в динаміці квантової теорії систем.....	141
Наконечний О.Г., Нікітін А.В., Ясинський В.К.	
Стійкість в середньому квадратичному розв’язків автономних дифузійних динамічних систем з післядією з урахуванням зовнішніх випадкових впливів	143
Негадайлов П., Полоцький С.	
Про швидкість росту нерегулярного мартингала	144
Нікітін А.В.	
Стабілізація стохастичних дифузійних динамічних систем випадкової структури із зовнішніми марковськими перемиканнями	146
Нікітченко М.С., Россда Т.В., Шкільняк С.С.	
Моделі даних з нечіткою структурою та їх обробка	147
Ночвай В.І.	
Прийняття рішень щодо зменшення шкідливих впливів теплоелектростанцій на якість повітря.....	148
Огородник Н.П.	
Трикроковий градієнтний метод.....	149
Павлюченко О. Г.	
Деякі зауваження при прийнятті рішень в умовах ризику	150
Парашук Х.Ф.	
Гарантоване оцінювання в системах зі змінною вимірністю фазового простору	151
Пономарьов В.Д.	
Про багатокритеріальну оптимізацію систем з повторними викликами.....	152
Прищеп О.В.	
Гістерезисне керування інтенсивністю вхідного потоку для системи з обмеженим числом повторів	153
Рагуліна О.Ю.	
Про диференційовність імовірності небанкрутства страхової компанії за умови розміщення капіталу на банківському рахунку і її застосування.....	156

Романчук К.Г., Стефанишин Д.В.	
Про імовірнісне моделювання двох аварій на гідроенергетичних об'єктах, пов'язаних з відмовами засобів автоматики.....	157
Романюк В. В., Ганзюк А. Л., Шелестюк О. П., Нездоровін В. П.	
Регресійні моделі і прогнозування рівня незаконного обігу алкогольних виробів по Хмельницькій області за прорідженими групами даних.....	159
Руснак М.	
Мінімізація похибки оцінювання функціоналів від розв'язків еволюційних рівнянь другого порядку	162
Сахно Н.В., Каденко І.М.	
Неруйнівний контроль як невід'ємна частина СППР для підвищення ядерної безпеки АЕС	163
Семенов В.В.	
Еластичність податкових надходжень	165
Семенюк С.А.	
Асимптотика флуктуацій динамічної системи за відсутності точки рівноваги.....	165
Сеньо П.С.	
Методи інтервальних обмежників розв'язування деяких класів задач	166
Сопронюк О.	
Дослідження чутливості багатопараметричних систем зі змінною вимірністю фазового простору.....	167
Терещенко О.В.	
Дослідження термомеханічних процесів в наноструктурах.....	168
Тимофієва Н.К.	
Використання лінійної згортки для вирішення ситуації невизначеності в задачах комбінаторної оптимізації.....	169
Турчин В.Ю., Музичук А.А.	
Оцінювання ймовірностей результатів футбольних матчів	170
Хомів Б.А., Лупенко С.А., Пастух О.А.	
Порівняльний аналіз методів та математичних моделей оцінювання опінії текстової інформації з інтернет-ресурсів.....	171

Цимбал В. Сингулярно збурене гіперболічне рівняння з випадковими початковими умовами	172
Чабанюк Я.М., Кукурба В.Р. Будз І.С. Генератор процедури стохастичної оптимізації з напівмарковськими переключеннями	173
Черній Д. І., Гаркуша В.І., Головенко А. Д., Кашпур О.Ф., Риженко А.І. Технології прогнозування наслідків небезпечних техногенних впливів та катастроф	174
Чухрай В.Є. Впорядкування послідовності виконання операцій розбирання і скла- дання об'єктів техніки на двох суміжних рівнях доступності	176
Чухрай Л.В. Мінімаксне оцінювання в гіперболічних рівняннях з розривними коефіцієнтами	178
Шаріпова М.К. Напівмарковська модель вузла транкінгової мережі	180
Шатирко А.В., Шатирко О.А. Застосування функцій Ляпунова до якісного аналізу нелінійних САР нейтрального типу в умовах невизначеності	181
Шахно С.М., Ярмола Г.П. Двоточковий метод для розв'язування нелінійних рівнянь з недиференційовним оператором	182
Швець О.Ф., Дегтяр О.С. Адаптивні моделі апроксимації сигналів у структурно-параметричних класах функцій	183
Шкільняк О.С. Композиційно-номінативні модальні логіки часткових предикатів	184
Шушарин Ю.В. Исследование устойчивости решений системы линейных стохастических дифференциальных уравнений с марковскими коэффициентами	185

Щодро О.Є., Ходневич Я.В., Стефанишин Д.В.	
Чисельне моделювання кінематичних характеристик водного потоку за русловою грядою	186
Донченко В.С., Голік А.О.	
Застосування технології паралельних обчислень у задачі розпізнавання мовної інформації	188
Теплюх З.М., Ділай І.В.	
Структурна оптимізація в задачах синтезу складних газових сумішей	190
Марценюк В.П., Гвоздецька І.С.	
Побудова оцінок рішень в моделі протипухлинного імунітету з імпульсними збуреннями	192

**A NEW APPROACH FOR THE COEFFICIENT OF
DETERMINATION ESTIMATION AND ITS APPLICATION TO
DECISION MAKING**

Bakhrushin V. E.

Classic Private University, Zaporizhzhia

Vladimir.Bakhrushin@zhu.edu.ua

Coefficient of determination is the most universal measure of statistical relationship between variables x and y . In the common case it may be calculated as

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{err}}{SS_{tot}}, \quad (1)$$

where SS_{err} – is residual sum of squares, SS_{tot} – is total sum of squares proportional to the sample variance. There are two standard ways to estimate the first of these values. First method requires knowing the model of relation in an explicit form. Another way is based on approximation of unknown model with a piecewise constant function. However, there is uncertainty in the choice of the number and boundaries of the intervals of constancy at this case. Moreover, this approach is possible only for samples of sufficiently large volume. This limits its applicability in practice, in particular, for solving problems of correlation analysis of relatively short time series.

We propose an alternative approach for coefficient of determination estimation. It is based on using of the moving average method for estimation of the unknown values of relation model. In this case:

$$f(X_i) = \frac{\sum_{j=i-p}^{i+p} y_j}{2p+1}, \quad (2)$$

where $d = 2p + 1$ is the length of the smoothing interval.

It was shown that the proposed method allows to detect the presence of complex relations, in particular, harmonic, and also gives more robust estimates of relation strength and requires less data than the traditional approach. We discuss some applications of the method, including the problems of classification, identification and forecasting.

RISK MANAGEMENT FRAMEWORK FOR MILITARY OBJECTS THAT CONTAIN RADIOACTIVE WASTE MATERIALS IN UKRAINE

¹Biryukov D.S., ²Voronenko V.V., Pischykov K.V.

¹National Institute for Strategic Studies under President of Ukraine

biryukov@niss.gov.ua

²Ministry of Health of Ukraine

We consider the situation on 5 military objects allocated on the territory of Ukraine that contain radioactive waste materials (RAW) have been conserved at Soviet period. There are no adequate physical protection systems on these objects to prevent possible leakage of radiation [1]. Therefore, these objects are threat for human health and environment.

Principal complexity for decision making on further state of these objects caused by uncertainty on scale and content of RAW, it's location within these objects, and by lack of design and operational documentation. Despite it, the general approach for decision making under uncertainty is proposed.

We consider several alternative strategies: (a) transportation of RAW to special storage facilities; (b) development of physical protection and environment monitoring systems on these objects; (c) prolongation of decision making term. Each alternative strategy considered as series of interconnected stages. Current estimation of alternatives' utility on each stage depends on decision made on previous stages and current situation (state). Strategy selection on previous stage may reduce uncertainty for the next stages. On each step we propose tools for: (a) identification of threat sources and risk drivers; (b) modeling of threat extension scenario; (c) assessment of threats (terrorist acts, destruction of the construction, etc.) based on mathematical model and algorithms for probabilistic assessment of threads proposed in [2].

References

1. Preparing Work and Investigation on the Radioactive Waste Materials that Belongs to Army Forces of Ukraine. – Kyiv: Institute of National Security Problems, 2008.
2. D. Biryukov, V. Zaslavskii, V. Evgienko, O. Franchuk Thread Scenarios Modeling and Assessment for Critical Infrastructure // NaUKMA Scientific Review.- 2009.- Vol.99: Computer sciences.- P. 97-102.

MODELING OF INTRACELLULAR PROCESSES

Biletsky B.O.

V. M. Glushkov Institute of Cybernetics NAS Ukraine, Kyiv, Ukraine
borys.biletsky@gmail.com

This paper proposes a new computational framework for simulation of intracellular processes[1]. The dynamics of the processes is implemented by introducing locally interacting agents that possess distinct inner structures. In this paper, the agents are represented by particles and their structures correspond to binary trees. Such approach allows encoding of any particle with finite alphabet symbol sequence. The framework being developed is focused on studying collective effects of particle interactions rather than on physical nature of an activity. Increasing individual particles interaction complexity allows reduction of effective number of particles required for a phenomena computation and as a result overall shorter computational time.

References

1. Beletsky B.A. Modeling of Multicomponent Systems. - Journal of Automation and Information Sciences. – 2011. – v.43i.1, p. 72-84

ON OPTIMAL CONTROL PROBLEM FOR NONLINEAR ELLIPTIC VARIATIONAL INEQUALITIES WITH NEYMAN BOUNDARY CONDITIONS

Bogomas O.

Dnipropetrovsk National University
homki@i.ua

The aim of this work is to research the problem of solution problem of optimal control by coefficients in main part of elliptic variation inequality with the terms of Neymans on the verge of domain. To prove the existence of decisions of the put problem was used the direct method of variational calculus and compensated compactness lemma.

Consider the following minimizations problem:

$$L(U, y) = \int_{\Omega} |y(x) - z_{\delta}(x)|^2 dx \rightarrow \inf \quad (1),$$

were Ω - a fixed non-empty open subset of $\mathbb{R}^N$ with a smooth boundary, $z_\theta \in L^2(\Omega)$ a given distribution, $y = y(x)$ weak solution system:

$$U \in L^\infty(\Omega, \mathbb{R}^{N \times N}), \quad U \in M_\alpha^\beta(\Omega), \quad y \in K \quad (2)$$

$$\langle -\operatorname{div}(U(x)\nabla y) + y, v - y \rangle_v \geq \langle f, v - y \rangle_v \quad \forall v \in K \quad (3)$$

$$\frac{\partial y}{\partial n_b} = g \quad \text{on } \partial\Omega \quad (4)$$

Here, K - is a closed convex subset of V , $V = H^1(\Omega)$,

$f \in L^2(\Omega)$ - is a fixed function; $\frac{\partial y}{\partial n_b} = \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \frac{\partial y}{\partial x_j} \cos(v, x_i)$, n - is

a vector an external single normal to boundary of domain $\partial\Omega$.

The special feature of this problem is the fact, that in general case, optimal decision of the problem (1) - (4) does not exist. It is shown that in case of relaxation of initial problem the so-called solenoidal controls $U \in U_{sol}$ the optimal control problem admit, at least, one decision.

ON THE ONE PROBLEM OF VECTOR OPTIMIZATION OF DYNAMIC OF THE MECHANICAL VIBROSYSTEM

Bogomas V.

Dnepropetrovsk National University

wbogomas@i.ua

As an object of research the dynamic of the vibrosystem, built-in in the making more compact machine of rolling type is examined. Quality of work of this vibrosystem is estimated by the law of changing force affecting on the more compact environment.

The dynamic of the vibrosystem is described by the system $2n + 2$ of nonlinear differential equations (n - is an amount of debalances in the system). As control influences, moments, attached to debalance, are accepted. The feature of task of optimal control the vibrosystem are presences of limits on phase variables and controls. It is rotined that optimization of work of such vibrosystem during minimization of scalar criterion of quality does not provide the necessary effective affecting making more compact environment.

For the search of optimum laws of controls it is suggested to pass to the problem of vector optimization in infinite-dimensionale spaces. The results of numeral experiments, confirmative expedience of such transition, are rotined.

**DIFFUSION PROPERTIES OF MULTICHANNEL AND SINGLE
QUEUES IN THE NETWORK MODELS WITH THE
PARALLEL STRUCTURE AND THE COMMON FLOW**

Chechelnitski A., Kucherenko O.

Taras Shevchenko National University of Kyiv

che@unicyb.kiev.ua

We will consider the multichannel system $[M/M/\infty]$ and $r-1$ single server queues $[M/M/1]$ with a common input flow of customers. We suppose also that customers arrive simultaneously from outside and give a service individually at the each station. After completing server in only one station they depart the model. We assume that sequences of interarrival times and service times form mutually independent sequences of identically distributed random variables. The interarrival times I_j have the exponential distribution with parameter λ and service times at the i th station ($i=1, r$) have the exponential distribution with parameter μ_i . As usual, we denote the traffic intensities by $\rho_i = \lambda / \mu_i$, for the single server queues $[M/M/1]$, $i = \overline{2, r}$. $Q_i(t)$ is a number of customers at the i -th station ($t \geq 0$).

Theorem. If conditions $\rho_i > 1, i = \overline{2, r}$ hold, then the sequence of stochastic processes $\xi_n^i(t) = n^{-1/2}(Q_i(nt) - n\alpha_i(t))$, where $\alpha_1 = \lambda / \mu_1$, $\alpha_i = (\lambda - \mu_i)t, i = \overline{1, r}$ converges for any segment $[0, T]$ in uniform metric to diffusion process $\xi(t)$ satisfying the following equation
$$d\xi(t) = a(\xi(t))dt + Bdw(t), \quad \text{where}$$

$a(\xi(t)) = (-\mu_1 \xi(t), 0, \dots, 0)$ and diffusion matrix

$$B^2 \text{ equals } B^2 = \begin{pmatrix} 2\lambda & \lambda & \dots & \lambda \\ \lambda & \lambda - \mu_2 & \lambda & \lambda \\ \vdots & \lambda & \ddots & \lambda \\ \lambda & \dots & \lambda & \lambda - \mu_r \end{pmatrix}$$

References

1. Chechelnitski A.A., (1999) Asymptotical properties of Erlang Queueing systems with dependent Poisson input flow. Top, v.7, 221-229.

MULTICRITERIA DECISION MAKING PROBLEM OF EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF UKRAINIAN REGIONAL ECONOMIC DEVELOPMENT

Dolenko G, Konareva E, Manovitska D.

Taras Shevchenko National University of Kyiv.

galinadolenko2006@yandex.ru

The multicriteria decision making problem of evaluating the effectiveness of Ukrainian regional economic development is analyzed in paper.

Mathematical model for evaluating the effectiveness of socio-economic development [1] of the organizational system at the state level is constructed as the following (EEDM-Evaluation Efficiency Development Model): $EEDM = \langle T, L, \Phi \rangle$.

T is a result indicators tree, presented on Fig. 1 for Ukraine and built on the base of the hierarchy decomposition of criterion.

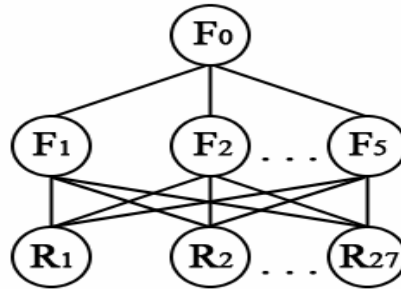


Fig.1. Result indicators tree for evaluating the effectiveness of Ukraine's economic development.

F_0 – the efficiency of economic development of Ukraine at the state level,
 F_1 – the efficiency of development of the real economy sector,
 F_2 – the efficiency of development of investment and foreign trade,
 F_3 – the efficiency of development of public finances and financial results of companies,

F_4 – the efficiency of development of the social sector,
 F_5 – the efficiency of development of the consumer market,
 $R_i, i = 1, \dots, 27$ - ratings[4-6] of 24 regions of Ukraine, Crimea, Sevastopol and Kyiv (in alphabetical order).
 Φ - system of preference relations of some factors over others at each level of hierarchy T:

$$\Phi = \{F_i(\varphi)F_j | \varphi \in (>, \approx), i \neq j\},$$

where: $>$ - preference; $\approx$ - indifference. The linguistic variable L is described through five linguistic values:

$L = \{\text{Very Low Level (VL), Low Level (L), Average Level (A), High Level (H), Very High Level (VH)}\}.$

L is a set of qualitative assessments of levels for each criterion and each region in the hierarchy T, that we want to find.

So we proposed in this paper conceptual model for multicriteria decision making problem of evaluating the effectiveness of Ukrainian regional economic development.

In addition we would like to point out that the regional economic development research domain offers huge potentialities [2, 3].

References

1. Dolenko G., Multicriteria decision making problem of financial capital market, in: PDMU-2009 (International Conference- Problems of Decision Making under Uncertainties), Ukraine, April 27-30, 2009, P.20-21.
2. Methodological approach to forming of monitoring and evaluation system for innovation economy development of Russian's regions, Project № 07-02-64201a/T.
3. Sables M., Regional Policy DSS: Result Indicators Definition Problems, Collaborative Decision Making: Perspectives and Challenges, edited by P. Zarate, IOS Press, 2008, P. 485-492.
4. <http://www.kmu.gov.ua>

5. <http://www.sta.gov.ua/control/uk/index>
6. <http://www.ukrstat.gov.ua>

ESTIMATING OF PROBABILITIES UNDER UNCERTAINTIES

Sharapov M.M., Navruzov F., Doroshenko S., Zhulidova K.

Taras Shevchenko National University of Kiev

sharapov@unicyb.kiev.ua

We introduce a new method for estimation of compound event's probability based on known probabilities of composing events while the relations between the later ones are unknown or the information on them is incomplete. Proposed method is universal in a sense that the event being estimated can be an arbitrarily complex function of composing events in terms of basic set operations such as union, difference, negation etc.

The proposed method is based on reducing the initial problem to the classic linear programming problem, which becomes possible by switching to a different elementary events space.

Because the proposed estimation method does not require obligatory knowledge about relations between composing events, it is of quite practical value since these relations are often uncertain or very hard to obtain.

References

1. Боровков А.А. Теория вероятностей.—М.:Либроком, 2009.— 656с.
2. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. — 912 с: ил.

LEAST SQUARES PARAMETER ESTIMATION WITH MINIMUM DEVIATION FROM 'ATTRACTION' POINTS FOR BILINEAR SYSTEMS UNDER UNCERTAINTIES

Alexander S. Slabospitsky

Taras Shevchenko National University of Kiev

sl@univ.kiev.ua

Consider the estimation of matrices $A, B_1, B_2, \dots, B_m, B$ in system:

$$x(k+1) = Ax(k) + \sum_{i=1}^m u_i(k) B_i x(k) + Bu(k) + \xi(k), \quad k \in \mathbb{N}, \quad (1)$$

where $x(k), u(k) = (u_1(k), u_2(k), \dots, u_m(k))^T, \xi(k)$ are state, control and error vectors respectively.

The problem of least squares parameter estimation for object (1) is considered in non-classical case when this estimate may be not unique and additionally ‘attraction’ points $A_N, B_{1,N}, B_{2,N}, \dots, B_{m,N}, B_N$ for parameter matrices are known at any moment $N, N = 0, 1, 2, \dots$.

For system (1) the set of all least squares estimates has the form:

$$\text{Arg} \min_{A, B_1, B_2, \dots, B_m, B} \sum_{k=1}^N \|\xi(k)\|^2. \quad (2)$$

The least squares estimate with minimum deviation from ‘attraction’ points $A_N, B_{1,N}, B_{2,N}, \dots, B_{m,N}, B_N$ at any moment N is proposed as unique estimate on estimate set (2). This unique estimate has the following explicit representation form:

$$\begin{aligned} & \left(\hat{A}(N) | \hat{B}_1(N) | \hat{B}_2(N) | \dots | \hat{B}_m(N) | \hat{B}(N) \right) = \\ & = (Z_N^+ X_{2,N+1})^T + (A_N | B_{1,N} | B_{2,N} | \dots | B_{m,N} | B_N) [E - Z_N^+ Z_N], N \in \mathbb{N}, \end{aligned}$$

where $z(k) = (x^T(k), u^T(k) \otimes x^T(k), u^T(k))^T$, $\otimes$ — tensor product operation, $(^+)$ — Moore-Penrose pseudoinverse operator,

$$Z_N^T = (z(1), z(2), \dots, z(N)),$$

$$X_{2,N+1}^T = (x(2), x(3), \dots, x(N+1)).$$

For above-mentioned system two forms of recurrent estimation algorithm for least squares parameter estimate $\left(\hat{A}(N) | \hat{B}_1(N) | \hat{B}_2(N) | \dots | \hat{B}_m(N) | \hat{B}(N) \right)$ with minimum deviation from ‘attraction’ points $A_N, B_{1,N}, B_{2,N}, \dots, B_{m,N}, B_N$ at any moment N and corresponding recurrent procedure for residual sum of squares are obtained.

ECONOMIC RISK MANAGEMENT MODEL BASED ON FUZZY NEURAL NETWORKS

Vergunov V.

Taras Shevchenko National University of Kiev

v_47@bigmir.net

In today's cyber-science have several tools that enable us to work with linguistic variables and qualitative criteria. These are the tools: fuzzy sets, knowledge bases, neural networks with the ability to self-study. We are more interested in fuzzy neural networks Mamdani or Tsukamoto [1].

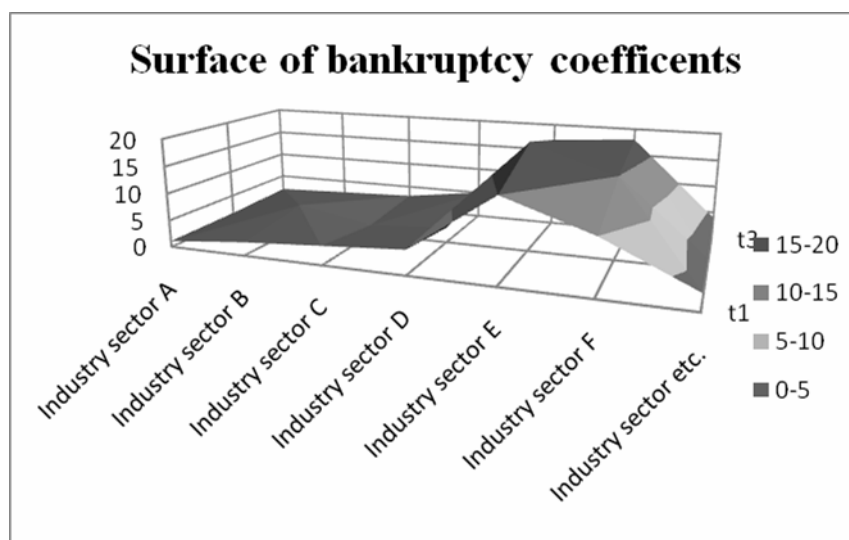
We will use the coefficients ($K_i, i = \overline{1,5}$) from the Altman model for companies that are not represented in the stock market. This model is obtained by the analysis of empirical observations and highlights the basic qualitative risk and the allocation of these quantitative risks [2].

We need to make an analysis of our data on enterprises cooperate for the time for each of the branches. From these series we must find the period of the response (average time to obtain a quantitative result for the industry).

Very important part is a fuzzy knowledge base in the form of rules that represent the fuzzy membership, triangular or trapezoidal numbers. As the rules have value provided Gaussian distribution. The rules will be in the form If, Then. We need two knowledge bases like this. One for the training of our neural network, the second for the construction of fuzzy control rules (the problem of reconstructing the surface of fuzzy rules) [1]. The knowledge base for the same industry should have at least 20 of the rules (desirable is 40 of the rules), if this done, we wake up to have good results of the fuzzy neural network. The second should be built according to the algorithm Mamdani with the values obtained by processing first knowledge base by neural network. It will also define the relation between industries, the rules for relationships derived from empirical observations. In this problem the best results shows the fuzzy neural network Mamdani. We can also use the Sugeno network but received coefficients of a possible bankruptcy would not be as accurate as in the method Mamdani [3].

As a result, we can obtain data from which we can build a surface that describes the risks of bankruptcy, on which we make management process. The surface will be represented axes: time, the industry and its

rate of bankruptcy. Next we will be able to carry out fuzzy control, which will result a full range of solutions for regulatory action to reduce the risk of bankruptcy of certain industries, followed by correcting the relative interior of industry relations at the expense of construction of additional surfaces for each industry, taking into account the results of management of the economic system (the initial surface).



References

1. Акіменко В.В., Загородній Ю.В. Проектування СППР на основі нечіткої логіки. Навчально-методичний посібник. – К.: Вид-во КНУ, 2007. – 94с.
2. Altman E.I. Financial Ratios, Discriminate Analysis and the prediction of Corporate Bankruptcy. // Journal of Finance, September, 1968, pp. 589-609.
3. Недосекин А.О. Комплексная оценка риска банкротства корпорации на основе нечетких описаний.- На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.htm.

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ОДНОСЕКТОРНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ

Лариса Т. Аджубей, к.ф.-м.н., Ляшко О.С., студ.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
adzhubey@stab.univ.kiev.ua

Поведінка малосекторних моделей економіки досить часто досліджується для визначення довготривалих тенденцій та факторів зростання в економіці [1].

Розглядається динамічна задача раціонального ведення господарства, що формулюється як задача динаміки односекторної економічної системи, математична модель якої має вигляд

$$dK/dt = f(K) - (\mu + \nu)K - c(t), K(0) = K_0, \quad (1)$$

де $c(t) = C(t)/L(t)$ - величина питомого споживання на одного працюючого, $C(t)$ - величина фонду споживання, $L(t)$ - число зайнятих у виробництві.

Для вирішення задачі в роботі застосовується принцип максимуму Понтрягіна. В якості управляючого параметра запропоновано розглядати величину питомого споживання $c(t)$ з обмеженнями у вигляді граничних умов

$$0 < c_0 \leq c(t) \leq f(K(t)), \quad (2)$$

де c_0 - гранично допустима нижня границя питомого споживання.

Сформульована задача знаходження оптимального керування для максимізації дисконтованої корисності від споживання у вигляді максимізації функціонала

$$\int_0^{\infty} \exp(-\delta t) u(c(t)) dt \rightarrow \max, \quad (3)$$

де δ - параметр дисконтування, $u(c)$ - функція корисності.

Досліджено існування розв'язків задачі (3) для різних випадків обмежень для $c(t)$. Отримано оптимальні траєкторії поведінки системи (1) у випадку, коли має місце збіжність до стаціонарних траєкторій.

Література

1. Колемаев В.А. Математическая экономика. М: Юнити, 1998.- 240с.

ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ КОМПАНІЙ

Акіменко В.В., Єфіменко А.А.

Київський університет імені Тараса Шевченка

akvv@unicyb.kiev.ua

Задача оптимального керування конкурентоспроможністю компанії за допомогою внутрішніх інвестицій в її інтенсивний розвиток $u(\hat{t}) \in U$ на основі дифузійної моделі Лотке-Вольтерра:

$$u^*(\hat{t}) = \arg \max_{u(\hat{t}) \in U} J(R^{(k)}, \Phi, u) = \arg \max_{u(\hat{t}) \in U} (R^{(k)}(u(\hat{t})) - u(\hat{t}) - Z_0(\Phi)),$$

$$R^{(k)}(u(\hat{t})) - u(\hat{t}) - Z_0(\Phi) \geq 0, \quad R^{(k)} \leq P^{(k)} = F(\Phi), \quad u(\hat{t}) \geq 0.$$

$$R_{\hat{t}} = (\alpha_0 - R)R + \hat{a} \sum_{s=1}^m R_{x_s x_s}, \quad R_{x_s} \left| \begin{array}{l} x_s = 0 \\ x_s = 1 \end{array} \right. = 0, \quad R \Big|_{\hat{t} = 0} = \psi(x);$$

$$R_{\hat{t}}^{(k)} = (\alpha_0 - R)R^{(k)} + R^{(k)} \sum_{\substack{s=1 \\ s \neq k}}^n \gamma_{ks}(u) R^{(s)} + \hat{a} \sum_{s=1}^m R_{x_s x_s}^{(k)},$$

$$R_{x_s}^{(k)} \left| \begin{array}{l} x_s = 0 \\ x_s = 1 \end{array} \right. = 0, \quad (s = \overline{1, m}), \quad R^{(k)} \Big|_{\hat{t} = 0} = \psi^{(k)},$$

$$\Phi(t) = \left(\Phi_0 + \int_0^t f(u(\tau)) \exp \left(\int_0^{\tau} \mu(\xi) d\xi \right) d\tau \right) \exp \left(- \int_0^t \mu(\xi) d\xi \right)$$

Для розглянутої системи проведено дослідження існування та єдності узагальненого розв'язку на класі розривних керувань та встановлені достатні умови існування, принаймні одного оптимального керування системою. На класі обмежених кусково-постійних функцій керування побудовано стійкий чисельний алгоритм розв'язування задачі для модельних функцій-характеристик системи.

**ПАРАМЕТРИЗОВАНА МНОЖИНА КОРОТКОКРОКОВИХ
ІНТЕРВАЛЬНИХ ІТЕРАЦІЙНИХ МЕТОДІВ
РОЗВ'ЯЗУВАННЯ СИСТЕМ ТРАНСЦЕНДЕНТНИХ
РІВНЯНЬ**

Анісімова Н.О., Сеньо П.С.

Львівський національний університет імені Івана Франка

nataly.anisimova@gmail.com

В [2] для розв'язування систем трансцендентних рівнянь

$$f(x) = 0, \text{ де } f : D \subset R^n \rightarrow G \subset R^n \quad (1)$$

запропоновано і досліджено ефективний метод. Використовуючи ідею побудови короткокрокових методів [1, ст 171], побудовано наступний метод:

$$\tilde{X}_n^{(1)} = X_n^{(0)} \cap \left(\bar{x}_n - \left(\alpha_1^{(1)} f'(\bar{x}_n) + \alpha_2^{(1)} K_2(\bar{x}_n, \beta_2, X_n^{(0)}) \right)^{-1} f(\bar{x}_n) \right), \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \tilde{X}_n^{(i)} = \tilde{X}_n^{(i-1)} \cap \left(\bar{x}_n - \left(\alpha_1^{(i)} f'(\bar{x}_n) + \alpha_2^{(i)} K_2(\bar{x}_n, \beta_2, X_n^{(0)}) + \dots + \right. \right. \\ \left. \left. + \alpha_k^{(i)} K_k(\bar{x}_n, \beta_k, \tilde{X}_n^{(i-1)}) \right)^{-1} f(\bar{x}_n) \right) \quad (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{n+1} = \tilde{X}_n^{(m-1)} \cap \left(\bar{x}_n - \left(\alpha_1 f'(\bar{x}_n) + \alpha_2 K_2(\bar{x}_n, \beta_2, X_n^{(0)}) + \right. \right. \\ \left. \left. + \alpha_3 K_3(\bar{x}_n, \beta_3, \tilde{X}_n^{(1)}) + \dots + \alpha_{m-1} K_{m-1}(\bar{x}_n, \beta_{m-1}, \tilde{X}_n^{(m-1)}) \right)^{-1} f(\bar{x}_n) \right), \quad (4) \end{aligned}$$

де

$i = \overline{2, m-1}, k = \overline{3, m-1}, \alpha_1, \dots, \alpha_m, \beta_2, \dots, \beta_m, \{\alpha_i^{(k)}\}_{i=1}^{k-1}, k = \overline{3, m}, X_n^{(0)} = X_n,$
 $\bar{x}_n = m(X_n)$ – визначається аналогічно, як в [2].

$$K_2(\bar{x}_n, \beta_2, X_n^{(0)}) = f'(\bar{x}_n + \beta_2(X_n^{(0)} - \bar{x}_n))$$

$$K_j(\bar{x}_n, \beta_j, \tilde{X}_n^{(i)}) = f'(\bar{x}_n + \beta_j(\tilde{X}_n^{(i)} - \bar{x}_n)), \quad j = \overline{3, k}$$

Доведено, що порядок збіжності даного методу визначає нерівність

$$\omega(X_{n+1}) \leq 0.5C\omega(X_n)^2,$$

де C – деяка відома функція від параметрів методу та інтервальної константи Ліпшиця першої похідної функції $f(x)$.

Література

1. Г. Алефельд, Ю. Херцбергер. Введение в интервальные вычисления. М.: Мир, - 1987. – 357 с.

2. П. Сеньо, Н. Анісімова. Ефективний інтервальний ітераційний метод розв'язування систем нелінійних рівнянь високого порядку збіжності // Вісн. Львів. уні-ту. - сер. прикл. матем. та інформ. 2009. - Вип 15. С.81-95.

КОМП'ЮТЕРНА ПІДТРИМКА ПРОЦЕСУ ОДЕРЖАННЯ ВУГІЛЛЯ АКТИВНОГО

Артеменко Б.М., Сангінова О.В.

Національний технічний університет України «КПІ»

olga.sanginova@gmail.com

Активоване вугілля використовується в промисловості як адсорбент для розділення та очистки речовин в газовій та рідких фазах, в якості каталізаторів та носіїв каталізаторів, хемосорбентів і осушувачів. Вугілля також застосовують в сорбційних технологічних процесах очистки речовин та матеріалів, які знаходяться в рідких й газових фазах, а також в якості вихідної сировини (напівфабрикату) для подальшої переробки при виробництві активованого вугілля медичного призначення.

Ефективне використання вугілля для вирішення тої чи іншої виробничої задачі можливе лише при відповідності його якості (пориста структура, природа поверхні, склад мінеральної частини, механічна міцність) умовам проведення технологічного процесу.

Тому визначення оптимальних параметрів технологічного процесу отримання активованого вугілля є актуальною задачею. Комп'ютерна підтримка процесу дозволить отримати активоване вугілля заданої якості.

Застосування програм-симуляторів значно скорочує час розрахунку оптимальних параметрів процесу, надає можливість ретельно дослідити основні стадії отримання активованого вугілля, розрахувати матеріальний баланс установки та визначити необхідні умови перебігу процесу. Найбільш відомими програмними засобами моделювання хіміко-технологічних процесів є Hysys, Hysim, Aspen Plus, ChemCad та ін. На відміну від більшості подібних систем, ChemCad (розробник "Chemstations Inc.", США) містить додаткові модулі CC-Reacs и CC-Column, які спрощують моделювання динамічних режимів із контурами регулювання. Крім того, інтерфейс SCADA2CC разом із розподіленою системою керування, системою візуалізації інформації SCADA та редактором MS Excel до-

звляє виконувати комп'ютерне підтримування хіміко-технологічних процесів із даними, що надходять безпосередньо від вимірювальних приладів. Все це дозволяє застосовувати систему ChemCad для вирішення комплексу задач керування технологічними процесами. В роботі на першому етапі було виконано моделювання процесу отримання активованого вугілля. Схему розрахунку процесу у середовищі ChemCad подано на рис. 1.

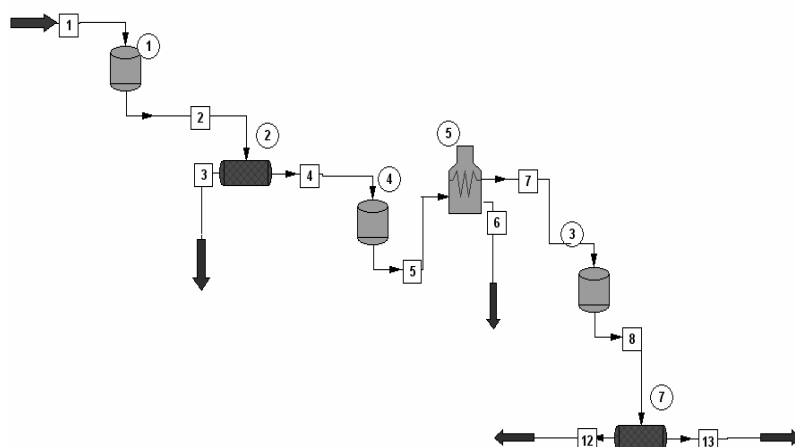


Рисунок 1 – Схема розрахунку процесу активації конденсованого вугілля у середовищі CHEMCAD

Умовні позначення представлено у таблиці:

Структурна схема	Обраний апарат (ChemCad)	Вхідні потоки	Вихідні потоки
1 блок	Бункер	1	2
2 блок	Компонентний сепаратор	2	3,4
4 блок	Бункер	4	5
5 блок	Піч	5	6,7
3 блок	Бункер	7	8
7 блок	Компонентний сепаратор	8	12,13

Результати моделювання були використані для розрахунку матеріального балансу схеми та визначення оптимального режиму процесу активації конденсованого вугілля.

З'ясовано, що підвищення температури активації вище 900 °С призводить до погіршення якості вуглецю і графітизації поверхні вугілля, а зменшення температури нижче 800-850 °С - до різкого зниження інтенсивності процесу за рахунок зменшення коефіцієнта розкладання пари, яка за оптимальних умов (850-900) °С становить 40 - 45%.

ПРО ОДНУ МОДИФІКАЦІЮ ТРИКРОКОВОГО ІТЕРАЦІЙНОГО МЕТОДУ МІНІМІЗАЦІЇ ФУНКЦІЙ.

Бартіш В. Я., Николайчук Л.В.

Львівський національний університет імені Івана Франка

bartishv@gmail.com, ktop@franko.lviv.ua

Розглянемо задачу

$$f(x) \rightarrow \min_{R^n}. \quad (1)$$

Для розв'язування задачі (1) існує низка методів. У даному повідомленні розглядається рекурсивний метод, побудований з використанням трикрокового ітераційного методу мінімізації, а саме

$$u_k = x_k - \alpha_k f''(x_{\left[\frac{k}{p}\right]^p})^{-1} f'(x_k),$$

$$v_k = x_k - \beta_k f'(x_k),$$

$$x_{k+1} = \overline{u}_k - \gamma_k (v_k - u_k),$$

де $[a]$ - ціла частина числа a , $p \geq 1$ ціле число – глибина рекурсії.

Вибір $\alpha_k \in [0,1]$ здійснюється аналогічно узагальненому методу Ньютона, β_k – аналогічно як у градієнтному методі,

$$\gamma_k = \arg \min f(\overline{u}_k - \gamma(v_k - u_k)),$$

при цьому $\overline{u}_k = \arg \min \{f(u_k), f(v_k)\}$. Для обчислення γ_k використовуємо алгоритм ДСК з початкового значення $\gamma_k^0 = 0$. Глибину рекурсії вибираємо з умови мінімізації обчислювальних затрат, аналогічно як у рекурсивному методі Ньютона.

Теоретичні дослідження і практичні розрахунки показали ефективність в сенсі кількості обчислень запропонованого методу в

порівнянні з класичним методом Ньютона, а також з трикроковим ітераційним методом на основі методу Ньютона.

ПРО ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ТРИКРОКОВИХ ІТЕРАЦІЙНИХ МЕТОДІВ

Бартіш М.Я., Ковальчук О.В., Огородник Н.П.

Львівський національний університет імені Івана Франка
olyak2005@gmail.com, ogorodnyk.nataly@gmail.com

Нами для розв'язування систем нелінійних рівнянь ($P(x)=0$, $P:R^n \rightarrow R^n$) та задач на екстремум ($f(x) \rightarrow \min_{R^n}$) запропоновано низку трикрокових ітераційних методів. На першому кроці одним із методів з надлінійною швидкістю збіжності, який є базовим, отримуємо наближення u_k , на другому кроці використовуючи метод спуску (при цьому використовуємо уже обчислену інформацію) знаходимо v_k . На третьому кроці знаходимо нове наближення x_{k+1} , з умови мінімуму $\|P(x)\|$ або $f(x)$ відповідно, на прямій, що проходить через точки u_k та v_k .

При доведенні збіжності названих методів отримано оцінки збіжності, які не гірші, ніж у базових методах, але не більше.

При практичній апробації трикрокові ітераційні методи показали кращу збіжність в сенсі кількості ітерацій та кількості обчислень, ніж базові методи.

В даному повідомленні нами зроблено спробу дати теоретичне обґрунтування даної ситуації. Покажемо як це зроблено для трикрокового методу на базі методу Стеффенсена мінімізації функцій. В [1] для послідовності $\{x_k\}$ при виконанні певних умов має місце оцінка

$$f(x_{k+1}) - f(x_*) \leq q^{2^{k+1}-1} (f(x_0) - f(x_*)), \text{ де } q < 1. \quad (1)$$

Якщо прийняти до уваги, що

$$f(x_{k+1}) \leq \mu_k f(u_k), \text{ де } \mu_k \leq 1,$$

тоді оцінку (1) можна записати у вигляді

$$f(x_{k+1}) - f(x_*) \leq \left(\prod_{i=0}^k \mu_{k-i}^{2^i} \right) q^{2^{k+1}-1} (f(x_0) - f(x_*)).$$

Оскільки існують номери k для яких $\mu_k < 1$, то $\prod_{i=0}^{k-1} \mu_{k-i}^{2^i} \xrightarrow{k \rightarrow \infty} 0$.

Аналогічні оцінки можна отримати і для інших трикрокових методів.

Література

1. Бартіш М.Я. Трикроковий алгоритм мінімізації функцій на базі методу Стеффенсена / М.Я. Бартіш, Н.П. Огородник// Вісн. Львів. ун-ту. Сер. прикл. мат. та інформ. – 2009. – №15. – С.26-32.

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ МАТЕМАТИЧНО-КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СКЛАДНИХ КЕРОВАНИХ ПРОЦЕСІВ ІЗ НЕПОВНИМИ ДАНИМИ

Бейко І.В.

Національний технічний університет України «КПІ»

Математично-комп'ютерні методи побудови оптимальних керувань складними системами будуються з використанням оптимізованих математично-комп'ютерних моделей керованих систем. Труднощі відшукування адекватних моделей керованих систем в умовах неповних даних бувають пов'язані із наявністю підсистем із невідомими причинно-наслідковими залежностями у їх взаємодії, з наявністю нелінійних моделей підсистем та великою їх розмірністю або їх ієрахічною керованістю. Пропоновані методи оптимізації моделей основані на оптимальному використанні наявних даних та правдоподібних гіпотез у побудові адекватних граф-операторних моделей керованої системи. Для оптимізації граф-операторних моделей за критеріями мінімізації часу комп'ютерної реалізації моделі та за критеріями мінімізації похибок результатів обчислень, використовуються методи розв'язуючих та асимптотично-розв'язуючих операторів, що базуються на мажорантних оцінках корисності альтернативних джерел додаткової інформації. За допомогою методу розв'язуючого оператора задача оптимального керування складною системою приводиться до спрощеної задачі мінімізації допоміжного функціоналу, значення якого не залежать від значень фазових траєкторій керованої системи, а залежить лише безпосередньо від допустимих керувань.

МЕТОДИ АСИМПТОТИЧНО-РОЗВ'ЯЗУЮЧИХ ОПЕРАТОРІВ ВИСОКОГО ПОРЯДКУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ

Бейко І.В.¹, Зінько П.М.²

¹Національний технічний університет України «КПІ»,

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

З використанням методів прямих та методів асимптотично-розв'язуючих операторів будуються числові алгоритми підвищеного порядку точності для розв'язування нелінійних крайових задач, що описуються системами диференціальних рівнянь із частинними похідними

$$f_0(t, s, x(t, s), \frac{\partial x(t, s)}{\partial t}, \dots, \frac{\partial^{\alpha_x} x(t, s)}{\partial t^{\alpha_x} \partial s^{\alpha_s}}, t, s) = 0,$$

$$t \in [0, T], s \in D \subset R^n$$

для заданих початкових значень

$$x(0, s) = u(s), s \in D,$$

у заданій обмеженій області D і для заданих значень

$$x(t, s) = u_2(t, s), t \in [0, T], s \in \bar{D}$$

на границі $\bar{D}$ множини D .

Методами прямих будується адекватна система звичайних диференціальних рівнянь у вибраних вузлах множини D із використанням різницевої апроксимації відповідного порядку для частинних похідних за змінними $t \in [0, T]$ та $s \in R^m$.

МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИБУТКОВАСТІ ЦІННИХ ПАПЕРІВ ТА ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПОРТФЕЛІВ

Бейко І.В., Мартинюк А.В.

Національний технічний університет України «КПІ»

За допомогою математичної моделі, визначеної системою стохастичних диференціальних рівнянь Іто

$$dx_t = a(x_t, t)dt + b(x_t, t)df_t, x_0 = x(0, \omega)$$

будуються алгоритми для прогнозування динаміки і прибутковості цінних паперів, для оптимізації інвестиційного портфеля акцій та оптимізації моментів і обсягів купівлі-продажу акцій. За умов ви-

мірних і ліпшицевих функцій $a(x, t)$, $b(x, t)$, та обмеженого математичного сподівання $M\{|x_0|^2\} < \infty$ використовується робоча комп'ютерна дискретна модель

$$x_{t+1} = A(x_t, \omega(t), t), \quad x_0 = x(0, \omega),$$

для побудови і дослідження методів оцінювання значення x_t вартості акцій на момент часу t . Досліджуються можливості практичного застосування на Українській біржі методів математичного прогнозування та їх використання для оптимізації портфеля цінних паперів на основі даних спостережень про динаміку вартості цінних паперів. Будуються числові алгоритми відшукування оптимального портфеля за критеріями максимізації прибутку та мінімізації ризиків з використанням реальних даних біржі. Розглядаються евристичні методи максимізації прибутковості портфеля на основі даних про значення важливих індикаторів на біржі.

АЛГОРИТМИ ВНУТРІШНЬОЇ ТОЧКИ В МЕТОДАХ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛІНІЙНИХ КЕРОВАНИХ ПРОЦЕСІВ ІЗ РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Бейко І.В., Щирба О.В.

Національний технічний університет України «КПІ інститут»

У роботі будуються числові методи оптимізації керованих процесів із розподіленими параметрами, які описуються системами лінійних диференціальних рівнянь із частинними похідними. З використанням алгоритмів внутрішньої точки, які орієнтовані на розв'язування задач оптимізації великої розмірності, будуються методи відшукування оптимальних керувань $u \in U$ за критерієм мінімізації заданого на траєкторії $x: D \rightarrow R^n$ функціонала $J(x, u) \triangleq \max_{l=1, L_1} F(x, u, c^l, l)$ при обмеженнях $F(x, u, d^l, l) \leq g_l$,

$$\begin{aligned} F(x, u, c^l, l) &\triangleq \\ &\triangleq \iint_{D_l} \left(\sum_{(k,i,j) \in K_l^{c1}} c_{1kij}^l(t, s) D^{ij} x_k(t, s) + \sum_{(k,i,j) \in K_l^{c2}} c_{2kij}^l(t, s) D^{ij} u_k(t, s) \right) dt ds + \\ &\quad + \int_{T_l} \left(\sum_{(k,i,j) \in K_l^{c3}} c_{3kij}^l(\varphi_l(\tau), \psi_l(\tau)) D^{ij} x_k(\varphi_l(\tau), \psi_l(\tau)) + \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \sum_{(k,i,j) \in K_l^{c4}} c_{4kij}^l(\varphi_l(\tau), \psi_l(\tau)) D^{ij} u_k(\varphi_l(\tau), \psi_l(\tau)) d\tau + \\
& + \sum_{q \in Q_l} \left(\sum_{(k,i,j) \in K_l^{c5}} c_{5kij}^l(t_q^l, s_q^l) D^{ij} x_k(t_q^l, s_q^l) \right) + \\
& + \sum_{(k,i,j) \in K_l^{c6}} c_{6kij}^l(t_q^l, s_q^l) D^{ij} u_k(t_q^l, s_q^l).
\end{aligned}$$

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫБОРА ЛУЧШЕГО ИЗ МНОЖЕСТВА ТОРГОВЫХ РОБОТОВ

Бидюк П.И., Фёдоров А.В., Гасанов А.С.

Национальный технический университет Украины «КПИ»

pbidyuke@gmail.com

Повышение прибыльности биржевых операций с помощью компьютерных торговых систем, находится в центре внимания многих исследователей. Механическая торговая система (МТС) или советник (Expert Advisor) – торговая система, привязанная к определенному графику биржевого инструмента, которая может работать, как в режиме информирования пользователя о возможности совершать сделки согласно некоторому алгоритму (полуавтоматический режим), так и в автоматическом режиме, направляя сделки непосредственно на торговый сервер. В большинство торговых терминалов встроены специальные языки программирования, на которых можно создавать МТС. Практически все они имеют некоторое множество входных параметров, основными из которых являются: объём сделки, допустимый уровень убытка, ожидаемая прибыль. Однако, подавляющее большинство МТС, работающих в автоматическом режиме, являются убыточными. В работе предложен подход, позволяющий отбрасывать потенциально убыточные торговые роботы. Ставилась задача построения системы выбора механических торговых роботов на конечном множестве Ω алгоритмов принятия решений о выполнении торговых операций на протяжении некоторого промежутка времени, с использованием известных биржевых индикаторов. Система должна была выбирать один из множества алгоритмов принятия решений, $A_i \in \Omega, i = 1, \dots, m$, (лучший для конкретной ситуации) на основе

ретроспективного анализа результатов выполнения предыдущих операций и определения связи их прибыльности с дисперсией цены, как мерой риска. Для прогнозирования направления движения минимальной цены построена модель множественной регрессии и выполнено ее сравнение с МГУА. Для оценивания качества моделей и прогнозов, вычисленных на их основе, использовано множество статистических критериев (МСК). Для выбора лучшей модели, кроме МСК, использован также интегрированный критерий качества: $IK = e^{1-R^2} + \frac{SSE}{N} + e^{2-DW} + \ln(CKP) + \ln(CAPP) + e^U$. Предлагается МТС, которая, кроме прогнозирования цены, включает расчет (прогноз) дисперсии, значение которой используется для выбора конкретного алгоритма принятия решений. Система реализована в полуавтоматическом режиме для реального времени (по истечении 30 торговых дней получена прибыль в размере 88,3% от депозита при торговле нефиксированным лотом). При условии фиксации размера позиции прибыль составила бы 6,3%. Количество совершенных операций в выполненном эксперименте составило 136.

КРАЙОВА ЗАДАЧА В БАНАХОВОМУ ПРОСТОРІ З ПЕРІОДИЧНИМ ОПЕРАТОРНИМ КОЕФІЦІЄНТОМ

Бойчук О.А., Покутний О.О.

Інститут математики НАН України

boichuk@imath.kiev.ua , lenasas@gmail.com

Нехай $(B, \|\cdot\|)$ - комплексний банахів простір, $\bar{0}$ - нульовий елемент простору B , $L(B)$ - банахів простір лінійних обмежених операторів, що діють з B в себе. Нехай $A(t)$ - періодична операторна функція на R зі значеннями в $L(B)$ та періодом $w > 0$, тобто $A(t+w) = A(t)$.

В просторі B розглянемо родину крайових задач:

$$\frac{dx(t)}{dt} = \lambda A(t)x(t) + f(t), \quad (1)$$

$$x(0) - x(w) = \bar{0}. \quad (2)$$

Доповідь присвячено отриманню необхідних та достатніх умов розв'язності задачі (1), (2).

**ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ
РУХУ РІДИН У ВОДОЙМАХ-ОХОЛОДЖУВАЧАХ ІЗ
УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ДЖЕРЕЛ ПОПОВНЕННЯ ТЕЧІЇ**

¹Бомба А. Я., ²Савюк Є. В., ³Теребус А.В.

^{1,3}Рівненський державний гуманітарний університет

¹abomba@ukr.net, ³anna.terebus@gmail.com

²Національний університет водного господарства та
природокористування
esavyuk@ukr.net

Розглядається задача на дослідження квазіідеального поля (знаходження квазіпотенціалу та його швидкості, величин перетоків, ліній розділу течії, зокрема точок «призупинки» та застійних зон; побудову гідродинамічної сітки) для водойми-охолоджувача з урахуванням просторових викривлень дна за умов оптимізації та керування. При побудові відповідної моделі переміщення водяних мас розглядається як деяка квазіідеальна течія із спеціально введеним коефіцієнтом провідності [1] та враховуються її збурення деякими джерелами-поповнювачами, розміщеними вздовж однієї із берегових ліній. Коефіцієнт провідності будуємо, в першу чергу, виходячи з міркувань близькості його величини до нуля поблизу берегових ліній течії та сталості на решті території водойми. В ролі керуючих параметрів виступають величини потенціалів або інтенсивностей додаткових втоків та витоків з водойми. В залежності від їх співвідношення нами на основі евристичних міркувань з наступним логічним обґрунтуванням встановлено і охарактеризовано можливі випадки формування течії, причому серед них виділені ті, що визначаються певними умовами оптимальності перетоків.

На даному квазіідеальному фіктивному фільтраційному фоні розглядається процес теплопередачі. При цьому приймаються рішення стосовно поповнення течії холодною водою з метою забезпечення необхідної температури на виході з водойми за мінімальних затрат[2].

Література

1. Бомба А.Я. Метод фіктивної фільтрації моделювання одного класу квазіідеальних процесів руху рідин / А. Я. Бомба., С. О. Пеньковський, Є.В. Савюк // Волинський математичний вісник. – 2010. – Вип. 7(16). – С.20-29.
2. Бомба А.Я. Метод «фіктивної фільтрації» математичного моделювання сингулярно-збурених процесів типу «конвекція-теплова дифу-

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ АЕРОБНОГО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ШЛЯХОМ ФІЛЬТРУВАННЯ

¹Бомба А.Я., ²Сафоник А.П

¹Рівненський державний гуманітарний університет
abomba@ukr.net

²Національний університет водного господарства та природокористування
safonik@ukr.net

Побудовано математичну модель процесу аеробного очищення стічних вод в пористому середовищі, що враховує взаємодію бактерій, органічної і біологічно неокиснюваної речовин:

$$\begin{cases} \frac{\partial B}{\partial t} = \Phi(U)B - \lambda B - \frac{v}{\sigma_e} \frac{\partial B}{\partial x}, \\ \frac{\partial U}{\partial t} = -\frac{\varepsilon}{q} \Phi(U)B - \frac{v\sigma}{\rho} \frac{\partial C}{\partial x} + b_U \varepsilon \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \\ \sigma \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\varepsilon}{\rho q_S} \Phi(U)B - v \frac{\partial C}{\partial x} - \beta C + b_C \varepsilon \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}, \end{cases} \quad (1)$$

$$B|_{x=0} = B^*(t), \quad U|_{x=0} = U^*(t), \quad C|_{x=0} = 0,$$

$$\frac{\partial B}{\partial x} \Big|_{x=L} = 0, \quad \frac{\partial U}{\partial x} \Big|_{x=L} = 0, \quad \frac{\partial C}{\partial x} \Big|_{x=L} = 0, \quad B|_{t=0} = 0, \quad C|_{t=0} = 0, \quad U|_{t=0} = 0, \quad (2)$$

де B – концентрація бактерій, $\mu_{\max}$ – максимальна швидкість росту бактерій, U – концентрація забруднення (субстрату) в рідині, K_S – константа спорідненості субстрату до мікроорганізму, λ – швидкість відмирання клітин, v – швидкість руху речовини, σ_e – ефективна пористість, q – коефіцієнт, що характеризує кількість клітин, що утворилися при поглиненні субстратом, C – концентрація біологічно неокислюваної речовини, $\Phi(U) = \mu_{\max} U / (U + K_S)$, L – довжина фільтра, q_S – коефіцієнт, що зв'язує кількість утвореної органічно неокислюваної речовини з поглиненим субстратом, ρ – густина середовища, β – коефіцієнт, який характеризує кіль-

кість захоплених частинок біологічно неокислюваної речовини фільтром, $0 < b_U \leq 1, 0 < b_C \leq 1$, ε – малий параметр.

Алгоритм розв'язання нелінійної сингулярно збуреної задачі (1)–(2), допускає можливість автоматизованого визначення оцінки ефективної роботи біофільтра, зокрема, часу припинення подачі бактерій, а отже суттєво зменшувати затрати на процес очищення.

ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ ЭВОЛЮЦИИ РИСКОВОГО АКТИВА

¹Бондарев Б. В., ²Баев А. В.

Донецкий национальный университет

¹bondarev.mart@gmail.com

²artyombayev@rambler.ru

Несмотря на популярность модели эволюции рисковогo актива Самуэльсона, стоит отметить, что используемый в качестве “основного” процесса винеровский процесс, вряд ли отражает действительное воздействие на изменение цены актива. Первые работы, в которых отмечено, что реальные приращения процесса отличны от нормальных, были опубликованы еще в 1915 году. Например, наблюдались скачки большой и малой длины с достаточно высокой вероятностью. При этом эксцесс распределения принимал положительное значение, что свидетельствовало об отсутствии нормальности рассматриваемого явления. В дальнейшем М. Кендалом [1] в 1953 г. был проведен серьезный статистический анализ, подтвердивший отличие упомянутых распределений от нормальных. Затем П. Кларк [2] предложил в качестве “основного” использовать подчиненный винеровский процесс $W_{Z(t)}$, где W_t – стандартный винеровский процесс, а $Z(t)$ – процесс с неубывающими траекториями, выходящий из нуля.

Для предложенной П. Кларком модели построена оценка вероятности разорения страховой компании, функционирующей на (B, S) – рынке; найдено стабилизационное управление накопительным фондом с функцией страховой компании функционирующей на (B, S) – рынке.

Литература

1. Kendal M.G. The analysis of economic time-series. Part 1. Prices // Journal of the Royal Statistical Society.-1953.-V.96-P.11-25.
2. Clarc P.C. A subordinated stochastic process model with finite variance for speculative prices. //Econometrica.-1973.-V.41-P.135-155.

**ОЦІНКА ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА СТРАХОВОЇ
КОМПАНІЇ ДЛЯ МОДЕЛІ КРАМЕРА – ЛУНДБЕРГА У
ВИПАДКУ, КОЛИ РОЗПОДІЛОМ ПОЗОВІВ Є СУМІШ
ЗСУНУТИХ ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНИХ РОЗПОДІЛІВ.**

Бондарев Б.В., Жмихова Т.В.*

Донецький Національний університет,

*Донбаська національна академія будівництва та архітектури

bondarev.mart@gmail.com, zhmykhovatanya@mail.ru

Нехай динаміка страхової компанії описується рівнянням:

$$X_x(t) = x + ct - \sum_{i=1}^{N(t)} \eta_i,$$

де $X_x(t)$ ($X_x(0) = x$)- капітал компанії на момент часу t , c - константа, що характеризує інтенсивність надходження страхових премій, $\{\eta_i\}_{i=1}^{\infty}$ - послідовність н.о.р.в.в. з функцією розподілу $G(y)$ ($G(0) = 0$), що інтерпретується як розміри позовів, $N(t)$ - процес Пуассона з інтенсивністю λ ($\lambda > 0$), що є числом позовів.

Нехай $\psi(x)$ - ймовірність банкрутства страхової компанії на нескінченному проміжку, тобто $\psi(x) = P\{X_x(t) < 0, t \in R_+\}$.

Для цієї моделі розглянуто випадок, коли розподілом позовів є суміш експоненціальних розподілів, тобто: $G(y) = \sum_{j=1}^k p_j G_j(y)$,

$$\text{де } \sum_{j=1}^k p_j = 1, G_j(y) = \begin{cases} 1 - e^{-\mu_j(y-a_j)}, & y \geq a_j, \\ 0, & y < a_j, \end{cases} \quad 0 < \mu_1 < \dots < \mu_k,$$

$0 < a_1 < \dots < a_k$, та виведено рівняння, розв'язок якого є ймовірністю банкрутства, знайдено явний розв'язок цього рівняння в явному вигляді в окремих випадках.

ЩОДО ТРАНСФОРМАЦІЇ IP-МЕРЕЖІ З ДЕЙТАГРАМНОЇ В КВАЗІКАНАЛЬНУ

Юрій В.Бондарчук., к.ф.-м.н.,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

byv@univ.kiev.ua

Функціонування Інтернету як дейтаграмної пакетної мережі до періоду кіберзагроз мало виправдання – простий та "живучий" механізм маршрутизації. Дейтаграмність себе виправдовує лише за відсутності загрози кібервоєн. А з останніми дейтаграмність настільки беззахисна, що всі існуючі методи забезпечення надійності є паліативними.

В IP-підмережі дейтаграма розсилка некритична, будучи надбудовою над первинною мережею (загрози IP-підмереж іншого характеру, наприклад, [1]). Проблема існує з рівня WAN/GAN.

Реальний вихід полягає в переході з дейтаграмної пакетності до пакетної мережі з "віртуальними" каналами. Проте на рівні GAN такий перехід в далекій перспективі.

Пропонується розгорнути на рівні UA-IX над дейтаграмною пакетністю квазіканальну пакетність. Яка зовнішній трафік організує у канали без збереження послідовності (в цьому і *квазі*). Створюючи, наприклад, пул з додаткової множини маршрутизаторів, формально хаотичний дейтаграмний трафік має вибудуватися у реальні канали на рівні сеансу. Одночасно спрощується аналіз та фільтрація UDP- дейтаграм (основні для кібератак).

Аналізуються дослідження моделі поведінки квазіканальної IP-мережі рівня WAN, зокрема щодо:

- топології каналоутворюючих маршрутизаторів;
- балансування навантаження дейтаграмних базових та додаткових каналоутворюючих маршрутизаторів;
- необхідного рівня підтримки пулу з'єднань;
- кешування потокових сеансів або їх ігнорування.

Пропонується процедура прийняття рішень щодо кооперації маршрутизаторів провайдерів між собою для локалізації кібератак.

Література

1. Бондарчук Ю.В. Процедура прийняття рішення щодо живучості інфраструктури IP-мережі //International conference "Problems of decision making under uncertainties" (PDMU-2009). 22-25.9.2009, Крим, с. 60.

МОНІТОРІНГ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ СПИРТОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Бочкор І.І., Сангінова О.В.

Національний технічний університет України «КПІ»

olga.sanginova@gmail.com

Проблема утилізації та очищення рідких відходів спиртової промисловості і очищення води безумовно є одною з основних екологічних проблем у даній галузі. Накопичення післяспиртової бари, яка містить значну кількість солей і органічних домішок, призводить до забруднення навколишнього середовища. Тому створення математичної моделі процесу переробки післяспиртової бари та пошук оптимальних режимів технологічного процесу дозволить переробляти весь потік бари без її накопичення.

Важливими завданнями переробки післяспиртової бари є також мінімізація енергозатрат, отримання продукції з високими споживчими властивостями та максимально можливою ціною реалізації, замкнений цикл виробництва.

Серед технологічних схем, які набули поширення у світовій практиці для переробки бари, можна виділити схеми з випарними установками для отримання сухої бари, схеми для отримання кормових дріжджів та схеми з отриманням біогазу. У роботі розглянуто питання моделювання схеми з отриманням дріжджового кормоконцентрату, який являє собою кормовий продукт для тварин та птиць сільського господарства. Дана схема дозволяє переробляти рідку фазу, так званий фугат, обсяг якого становить до 92% від усіх стоків.

Розрахунок схеми виконано у середовищі ChemCad. Дистрибутив цього пакету містить велику бібліотеку моделей; у ChemCad передбачено також можливість візуального редагування моделі і вибору алгоритму розв'язання.

Розрахункова схема процесу отримання дріжджового кормоконцентрату у середовищі ChemCad подана на рис. 1.

Відповідно до блочного принципу аналізу хіміко-технологічних схем, у схемі виробництва дріжджового кормоконцентрату виділено такі блоки: «Декантерна центрифуга» (1), «Ферментатор» (2), «Дріжджовий сепаратор» (3), «Шнековий змішувач» (4), «Сушильна піч» (5).

Стрілки на рисунку позначають матеріальні потоки:

1 – барда, 2 – кек, 3 – фугат, 4 - засівні дріжджі, 5 - поживні розчини, 7 - дріжджова суспензія, 8, 12 – вода, 9 - дріжджовий концентрат, 10 – кормова суміш, 11 – кормоконцентрат.

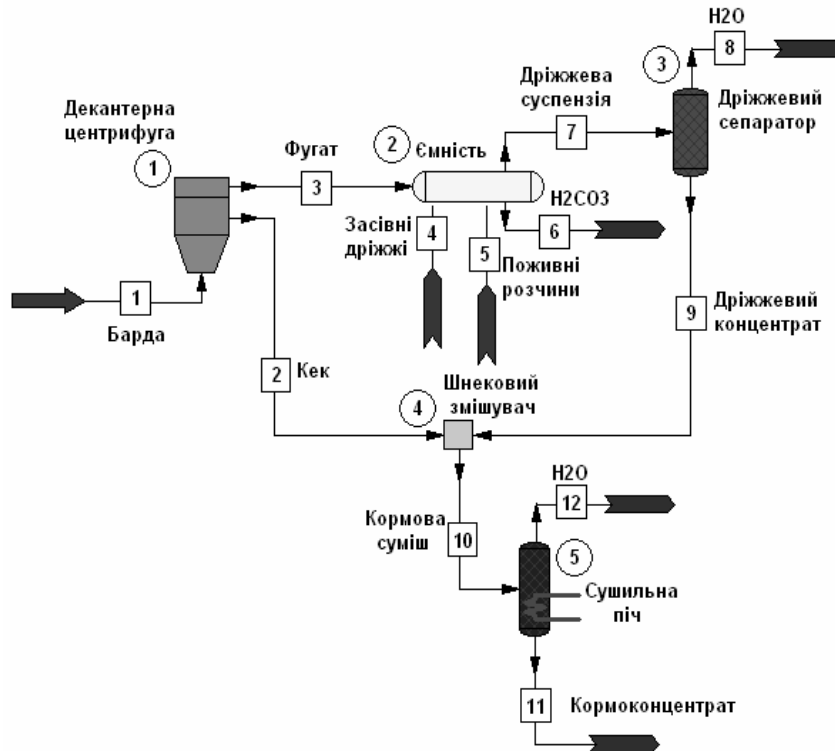


Рисунок 1 – Схема розрахунку процесу переробки післяспиртової барди у середовищі ChemCad

Результати моделювання були використані для розрахунку матеріального балансу схеми та вивчення впливу параметрів матеріальних та теплових потоків на якість готового продукту. Встановлено, що підтримання температури у ферментаторі на рівні 37°C забезпечує переробку 70-80% органічних компонентів фугату, який обумовлює найбільший негативний вплив на навколишнє середовище.

Отже, в роботі розглянуто особливості застосування програмного пакету ChemCad для моделювання та моніторингу процесу переробки післяспиртової барди.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ

Вергунова І.М.¹, Вергунов В.А.², Пепо П.³, Сарварі М.³

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка
vergunova@bigmir.net

²Державна наукова сільськогосподарська бібліотека НААНУ
v_47@bigmir.net

³Дебреценський університет
peropeter@agr.unideb.hu

Моделями технологій вирощування культур є описи послідовності моделей технологічних операцій як елементарних компонент з урахуванням термінів та засобів їх проведення, параметрів, що за існуючих обмежень (ресурсні, кліматичні, екологічні, біологічні) забезпечують одержання економічно доцільного урожаю. Такі моделі можуть бути використаними для обґрунтування оптимальних рішень при управлінні виробничим процесом, надати визначення продуктивності, витрат ресурсів, економічних показників.

Задачі вибору найефективніших параметрів технологій, що забезпечують наближення до оптимального (за основними параметрами – вологістю, N, P, K) стану ґрунтової системи та реалізацію впливів на рослини, є задачами виконавчого балансного керування. теми, а оптимізація режимів у ґрунтовій системі відповідає набору операцій, що складають технологію, забезпечуючи найкраще наближення до оптимальної програми загального балансного технологічного керування з мінімальними втратами усіх ресурсів у системі.

Задачу визначення послідовності технологічних операцій можна представити як:

$$\begin{aligned}\mathfrak{J}(T) &= M\left\{\sum_{k=1}^K (Z[k] - U_1^*[k])^T Q (Z[k] - U_1^*[k]) + Gu[k]\right\}, \\ Z[k+1] &= f(Z[k], F, P) + C_z \overline{grad} + Bu[k] + CF[k], \\ k &= 1, K, \quad Z[1] = Z_0, \quad u[k] = \|u_{ni}[k]\|, \\ u_{ni}[k] &= A_{ni}[k], k = t_{ni}, \quad i_n = 1, I_n \quad \text{або} \quad u_{ni}[k], k \neq t_{ni},\end{aligned}$$

U_1^* - оптимальна програма загального балансного технологічного керування, Q - вагова матриця, що враховує втрати на неточність відтворення оптимальних станів ґрунтової системи, G - вагові множники, що визначають штраф на величини усіх технологічних впливів та операцій u_{ni} , N - їх кількість.

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛО-
МАСОПЕРЕНОСУ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАННИЙ
СТАН ҐРУНТОВОГО МАСИВУ В ПРОЦЕСІ РУХУ ВІЛЬНОЇ
ПОВЕРХНІ ҐРУНТОВИХ ВОД**

Власюк А.П., Федорчук Н.А.

Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне

A.P.Vlasyuk@rambler.ru, N.A.Fedorchuk@mail.ru

Досліджується процес інтенсивної відкачки ґрунтових вод на укосі при плоско-вертикальній безнапірній фільтрації сольових розчинів в неізотермічних умовах та наявності рухомої вільної поверхні ґрунтових вод (рис.1). Внаслідок зміни положення кривої депресії утворюється депресійна лунка, що призводить до зміни напружено-деформованого стану (НДС) в оточуючому масиві ґрунту.

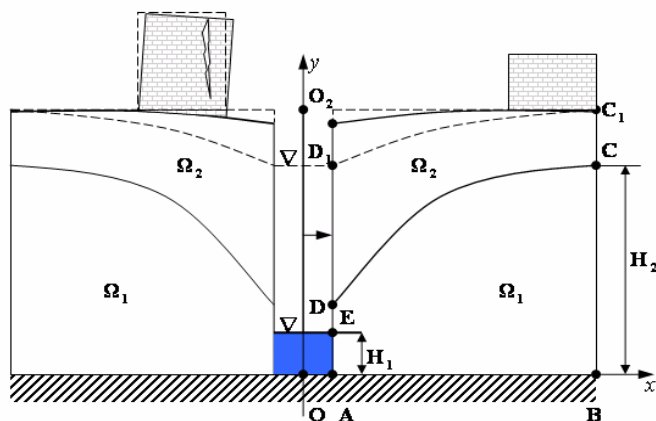


Рис.1. Розрахункова схема до прогнозування осідання земної поверхні при пониженні вільної поверхні ґрунтових вод за умов відкачки води із свердловини при наявності тепло-масопереносу

Математичну модель задачі напружено-деформованого стану ґрунтового масиву за наявності тепло-масопереносу при фільтрації сольових розчинів та рухомої вільної поверхні ґрунтових вод в двохвимірній постановці в загальноприйнятих позначеннях можна описати наступною крайовою задачею [1]:

$$\begin{aligned} & \mu(c, T) \Delta U + (\lambda(c, T) + \mu(c, T)) \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} \right) + \left[\frac{\partial \lambda(c, T)}{\partial x} \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} \right) + \right. \\ & \left. + 2 \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial x} \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial y} \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) \right] - (2\lambda(c, T) + 2\mu(c, T)) \alpha_T \frac{\partial T}{\partial x} = X, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & \mu(c, T) \Delta V + (\lambda(c, T) + \mu(c, T)) \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} \right) + \left[\frac{\partial \lambda(c, T)}{\partial y} \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} \right) + \right. \\ & \left. + 2 \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial y} \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial \mu(c, T)}{\partial x} \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) \right] - (2\lambda(c, T) + 2\mu(c, T)) \alpha_T \frac{\partial T}{\partial y} = Y, \end{aligned}$$

$$\nabla(\mathbf{D}(c, T) \nabla c) - \mathbf{v} \nabla c \frac{\partial c}{\partial x} - \gamma(c - C_m) + \nabla(\mathbf{D}_T \nabla T) = n \frac{\partial c}{\partial t}, \quad (2)$$

$$\nabla(\lambda_T \nabla T) - \rho c_p \mathbf{v} \nabla T = c_T \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (3)$$

$$\nabla(\mathbf{K}(c, T) \nabla h - \mathbf{v}_c(c) \nabla c - \mathbf{v}_T \nabla T) = a \frac{\partial h}{\partial t}, \quad (4)$$

$$\mathbf{v} = -\mathbf{K}(c, T) \nabla h + \mathbf{v}_c(c) \nabla c + \mathbf{v}_T \nabla T, \quad \text{div } \tilde{\mathbf{v}} + \frac{\partial n}{\partial t} = 0, \quad (5)$$

$$l_1 h(x, y, t) \Big|_{\Gamma_T} = \tilde{H}_1(x, y, t), \quad l_2 c(x, y, t) \Big|_{\Gamma_T} = \tilde{C}_1(x, y, t), \quad l_3 T(x, y, t) \Big|_{\Gamma_T} = \tilde{T}_1(x, y, t), \quad (x, y, t) \in \Gamma_T, \quad (6)$$

$$(\tilde{\mathbf{v}}, \tilde{\mathbf{n}}) \Big|_{CD} = n \frac{\partial \varphi}{\partial t}, \quad \varphi(x, y, t) = (y - h(x, y, t)) \Big|_{CD} = 0, \quad h \Big|_{CD \cup DE} = y, \quad (7)$$

$$T_1 \Big|_{CD} = T_2 \Big|_{CD}, \quad \lambda_{T_1} \frac{\partial T_1}{\partial n} \Big|_{CD} = \lambda_{T_2} \frac{\partial T_2}{\partial n} \Big|_{CD}, \quad (8)$$

$$u_n = u_s = 0, \quad (x, y) \in AB, \quad (9)$$

$$\sigma_n = 0, \quad \tau_s = 0, \quad (x, y) \in AE \cup ED \cup BC \cup DD_1 \cup CC_1 \cup C_1 D_1, \quad (10)$$

$$[u_n] = [u_s] = 0, \quad [\sigma_n] = [\tau_s] = 0, \quad (x, y) \in CD, \quad (11)$$

$$h(x, y, 0) = \tilde{H}_0(x, y), \quad c(x, y, 0) = \tilde{C}_0(x, y), \quad (x, y) \in \Omega_1(t), \quad (12)$$

$$T(x, y, 0) = \tilde{T}_0^i(x, y), \quad (x, y) \in \Omega_i(t), \quad i = \overline{1, 2}. \quad (13)$$

На основі отриманого чисельного розв'язку крайової задачі (1)-(13) проведено аналіз впливу тепло-масопереносу при фільтрації сольових розчинів на НДС ґрунтового масиву в процесі руху вільної поверхні ґрунтових вод.

Література

1. Власюк А.П. Чисельне дослідження впливу тепло-масопереносу на напружено-деформований стан ґрунтового масиву при наявності рухомої вільної поверхні ґрунтових вод / А.П. Власюк, Н.А. Федо-

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
МАСОПЕРЕНОСЕННЯ СОЛЕЙ ПРИ СУМІСНІЙ
ФІЛЬТРАЦІЇ ТА ВОЛОГОПЕРЕНОСЕННІ В НАСИЧЕНО-
НЕНАСИЧЕНИХ ҐРУНТАХ В НЕЛІНІЙНІЙ ПОСТАНОВЦІ**

Власюк А.П., Цветкова Т.П.

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

A.P.Vlasyuk@rambler.ru, Tsvetkova@ukr.net

Досліджується масоперенесення сольових розчинів при фільтрації підземних вод в насичено-ненасичених ґрунтових середовищах (рис.).

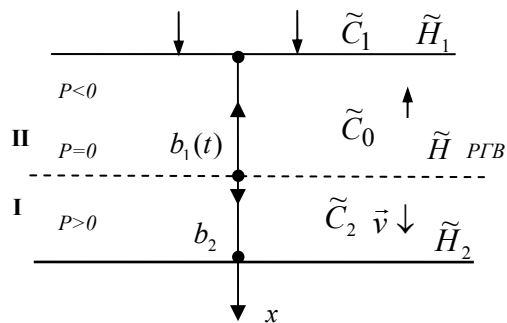


Рис. Масоперенесення солей в зонах повного і неповного насичення

Математичну модель даної задачі в зоні повного насичення у загальноприйнятих позначеннях на основі робіт [1-4] можна описати наступною крайовою задачею:

$$\frac{\partial \left(D_1(c_1) \frac{\partial c_1}{\partial x} \right)}{\partial x} - v_1 \frac{\partial c_1}{\partial x} - \gamma_1(c_1 - C_1^*) = \sigma_1 \frac{\partial c_1}{\partial t}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_1(c_1, h_1) \frac{\partial h_1}{\partial x} \right) - v_1(c_1) \frac{\partial c_1}{\partial x} = 0, \quad (2)$$

$$v_1 = -k_1(c_1, h_1) \frac{\partial h_1}{\partial x} + v_1(c_1) \frac{\partial c_1}{\partial x}, \quad (3)$$

$$c_1(x, 0) = \tilde{C}_0^1(x), \quad l_1 c_1(b_2, t) = \tilde{C}_1^1(t), \quad (4)$$

$$h_1|_{x=0} = \tilde{H}_1^1(t), \quad h_1|_{x=b_2} = \tilde{H}_2^1(t), \quad h_1|_{t=0} = \tilde{H}_0^1(x). \quad (5)$$

Математичну модель даної задачі в зоні неповного насичення у загальноприйнятих позначеннях можна описати наступною крайовою задачею [1-4]:

$$\frac{\partial \left(D_2(c_2) \frac{\partial c_2}{\partial x} \right)}{\partial x} - v_2 \frac{\partial c_2}{\partial x} - \gamma_2(c_2 - C_2^*) = \sigma_2 \frac{\partial c_2}{\partial t}, \quad (6)$$

$$\mu(h_2) \frac{\partial h_2}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (k_2(c_2, h_2) \frac{\partial h_2}{\partial x}) - v_2(c_2) \frac{\partial c_2}{\partial x}, \quad (7)$$

$$v_2 = -k_2(c_2, h_2) \frac{\partial h_2}{\partial x} + v_2(c_2) \frac{\partial c_2}{\partial x}, \quad (8)$$

$$c_2(x, 0) = \tilde{C}_0^2(x), \quad l_2 c_2(b_1, t) = \tilde{C}_2^2(t), \quad (9)$$

$$h_2|_{x=0} = \tilde{H}_1^2(t), \quad h_2|_{t=0} = \tilde{H}_0^2(x). \quad (10)$$

На рівні ґрунтових вод (РГВ) задаються умови спряження

$$[h]|_{x=b_1(t)} = [c]|_{b_1(t)} = \left[cv_x - D(c) \frac{\partial c}{\partial x} \right]_{b_1(t)} = 0. \quad (11)$$

В математичних моделях (1)-(5), (6)-(11) використані такі позначення: $D_1(c_1)$, $D_2(c_2)$ – коефіцієнти конвективної дифузії в зонах повного і неповного насичення відповідно, γ_1 , γ_2 – коефіцієнти масообміну, C_1^* , C_2^* – концентрації граничного насичення сольового розчину, σ_1 , σ_2 – пористості ґрунту, $k_1(c_1, h_1)$, $k_2(c_2, h_2)$ – коефіцієнти водопроникності, v_1 , v_2 – швидкості фільтрації сольових розчинів, $h_1 = P - x$ – п'єзометричний напір, $h_2 = P - x$ – напір води, $P = \frac{p}{\rho g}$ – висота тиску, $\mu(h) = \frac{\partial \omega}{\partial h}$ – при неповному насиченні ґрунту, $\mu(h) \equiv 0$ – при повному насиченні ґрунту, $v_1(c_1)$, $v_2(c_2)$ – коефіцієнти осмосу, залежні від концент-

рації, l_i , $i=1,2$ – диференціальні оператори, що задають граничні умови для концентрації, $[h]_{b_1(t)} = [c]_{b_1(t)}$ – стрибки функції відносно напорів та концентрації солей, задані на межі двох зон, $b_1(t)$ – невідомий РГВ, який шукається в ході розв'язку задачі.

Диференціальне рівняння (1) описує процес масоперенесення сольових розчинів в зоні повного насичення ($P > 0$), (6) – в зоні неповного ($P < 0$) насичення. Рівняння (2) описує процес фільтрації сольових розчинів в зоні повного насичення, (7) описує процес вологоперенесення в зоні неповного насичення. Рівняння (3), (8) виражають узагальнений закон Дарсі на випадок руху сольових розчинів з врахуванням осмотичних явищ в зонах повного і неповного насичення відповідно. Умови (4), (5), (9), (10) – крайові умови для задач масоперенесення та вологоперенесення відповідно для двох зон водонасичення; (11) – умови спряження, задані на межі областей повного та неповного насичення.

Для крайової задачі (1)-(11) побудовано монотонну різницеву схему, знайдено її чисельний розв'язок та виконано програмну реалізацію. На основі проведених чисельних експериментів отримано розподіл поля вологи в зоні неповного насичення, поле напорів в зоні повного насичення, поля концентрації в зонах повного і неповного насичення ґрунту. Враховано вплив масоперенесення солей та осмотичних явищ на процес вологоперенесення в зоні неповного насичення.

Література

1. Развитие исследований по теории фильтрации в СССР (1917-1967). – Москва: Наука, 1969. – 542 с.
2. Сергиенко И.В., Скопецкий В.В., Дейнека В.С. Математическое моделирование и исследование процессов в неоднородных средах. – Киев: Наук.думка, 1991. – 432 с.
3. Власюк А.П., Цветкова Т.П. Одновимірна задача масопереносу сольових розчинів при фільтрації підземних вод в умовах неповного насичення ґрунту//Тез. Міжн. конф. ім. Академіка М.Кравчука, Київ, 2008. – С. 75.
4. Власюк А.П., Цветкова Т.П. Математичне моделювання впливу масопереносу при сумісному вологопереносі та фільтрації сольових розчинів за наявності осмосу// Тез. Міжн. конф. „Прогнозування та прийняття рішень в умовах невизначеності”, - Ялта, 2010. – С. 41-42.

ЭКОНОМИЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ ЗАДАЧ С ОГРАНИЧЕНИЕМ В ВИДЕ ВАРИАЦИОННОГО НЕРАВЕНСТВА

Войтова Т.А., Семенов В.В.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
semenov.volodya@gmail.com

Пусть $C_0, C_1, \dots, C_p$ – выпуклые замкнутые подмножества действительного гильбертова пространства H , $C = \bigcap_{i=0}^p C_i$, $A: H \rightarrow H$ – монотонный оператор, удовлетворяющий условию Липшица, $f: H \rightarrow R$ – сильно выпуклый функционал с липшицевой производной Фреше.

Рассмотрим задачу оптимизации с ограничением в виде вариационного неравенства

$$\text{найти } \bar{x} \in V: f(\bar{x}) = \min_{x \in V} f(x), \quad (1)$$

где $V \subseteq C$ – множество решений вариационного неравенства

$$\text{найти } x \in C: (Ax, y - x) \geq 0 \quad \forall y \in C.$$

К виду (1) приводится большое число задач исследования операций и оптимизации (2-этапная оптимизация, поиск нормального решения ...).

Для одноэтапного приближенного решения задачи оптимизации (1) предлагается итерационная схема вида

$$x_{n+1} = T_n x_n - \alpha_n (AT_n x_n + \varepsilon_n \nabla f(T_n x_n)), \quad (2)$$

где $(\alpha_n), (\varepsilon_n)$ – последовательности положительных чисел,

$$T_n = P_{C_{n \bmod (p+1)}}$$

или

$$T_n = \sum_{i=0}^p \lambda_i^{(n)} P_{C_i}, \quad \sum_{i=0}^p \lambda_i^{(n)} = 1, \quad \lambda_i^{(n)} > 0.$$

Тема сообщения – доказательство сильной сходимости последовательности (x_n) , порожденной схемой (2).

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ЕНЕРГОЗАЛЕЖНОЇ ЕКОНОМІКИ

Гайдучок О.В.

Національний університет "Львівська політехніка"

olena.gaiduchok@gmail.com

Прогнозування є важливою з'єднуючою ланкою між теорією і практикою економічної динаміки. Воно дає змогу передбачити можливі наслідки різних суспільно-політичних рішень на практиці, зокрема прогнозування економічного розвитку України в залежності від зміни цінової політики на імпортовані енергоресурси. Для отримання моделі динаміки, розглядається двохсекторна економіка, в першому секторі якої виробляється однорідний кінцевий продукт, у другому секторі здійснюється переробка енергетичної сировини (газу, нафти та вугілля, які постачаються ззовні за визначеними цінами) для потреб населення та для виробництва продукту першого сектора. Оскільки метою дослідження є залежність економіки від зовнішнього постачання енергоресурсів, то власне виробництво не береться до уваги. За [1] проведено системний аналіз такої економіки із виділенням основних економічних агентів – виробництво, населення, банківська системи та ринків продукту першого сектору, газу, нафти, вугілля, робочої сили, капіталу. Вирішено завдання структуризації ринків виробництва та споживання для дослідження впливу різних типів енергоресурсів на розвиток економіки. Побудовано замкнуту систему диференціальних рівнянь динаміки основних макроекономічних показників.

Використання розробленої системи диференціально-функціональних рівнянь для опису динаміки економіки забезпечить зменшення часу для оцінки ступенів ризику розвитку економіки в залежності від зміни ціни імпортованих енергоносіїв.

Література

1. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. М.: Энергоатомиздат, 1996. – 554с.

КВАЗІЛІНІЙНІ КОНФЛІКТНО КЕРОВАНІ ПРОЦЕСИ ЗІ ЗМІНОЮ ВИМІРНОСТІ ФАЗОВОГО ПРОСТОРУ

Гайовський В.С., Сопронюк Ф.О.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
anjell.vk@gmail.com

На відрізку $[T_0; T_1]$ з розбиттям $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_N$, де $\tau_j \in \{t : t \in [t_{j-1}; t_j)\}$, $j = \overline{1..N-1}$, $\tau_N \in \{t : t \in [t_{N-1}; t_N]\}$, $0 \leq t_0 = T_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_N = T_1$, причому T_1 може бути як за-вгодно великим, зокрема й дорівнювати $+\infty$, задано нестационар-ний квазілінійний конфліктно керований процес з циліндричною термінальною множиною

$$\frac{dz^{(j)}(t)}{dt} = A_j(t)z^{(j)}(t) + u^{(j)}(t) - v^{(j)}(t) \quad (1)$$

за умов зміни вимірності фазового простору

$$\begin{aligned} z^{(j)}(t_{j-1} + 0) &= C_j z^{(j-1)}(t_{j-1} - 0) + \\ &+ D_j u^{(j-1)}(t_{j-1} - 0) - F_j v^{(j-1)}(t_{j-1} - 0), \\ z^{(1)}(t_0 + 0) &= z_0^{(1)}, \end{aligned} \quad (2)$$

де $u^{(j)}(t), v^{(j)}(t)$ – параметри керування переслідувача та втікача відповідно, які є вимірними за Лебегом вектор-функціями.

Для процесу (1) за умов (2) встановлені достатні умови закінчення процесу переслідування, тобто такі умови, які забезпечують виведення траєкторії процесу на термінальну множину в деякий гарантований момент часу методом розв'язуючих функцій [1]. При цьому важливу роль відіграють $L \times V$ – вимірні [2] багатозначні відображення та їх селектори.

Література

1. Чикрий А.А. конфликтно управляемые процессы. – К.: Наук. думка, 1992. – 384 с.
2. Aubin J.-P., Frankowska H. Set-valued analysis. – Boston; Basel; Berlin: Birkhauser, 1990. – 461 p.

**ПРО ОДИН ПІДХІД ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА
МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКРЕТНО
СПОСТЕРЕЖУВАНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ ПРОСТОРОВО-
ЧАСОВИХ СИСТЕМ**

Голодюк Д.А.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

dimanngo@hotmail.com

Розглядається розподілений в обмеженій просторово-часовій області S_0^T динамічний процес, який допускає спостереження за станом $y(s)$ в дискретно визначених точках $s_1, \dots, s_L$.

З використанням останніх будується вектор-функція $\bar{G}(s) = \text{col}(G(s_l - s'), \quad l = \overline{1, L})$, яка дозволяє визначити значення y_l функції стану $y(s)$ в точках $s_l \in S_0^T$ через розподілені зовнішньодинамічні збурення $u(s)$ ($s \in S_0^T$). Алгоритм побудови $\bar{G}(s)$ є ітераційним і кожне $\bar{G}_k(s)$ -наближення ($k = 1, 2, \dots$) функції $\bar{G}(s)$ може бути покращене через попереднє $\bar{G}_{k-1}(s)$ -наближення. Точність розв'язання задачі залежить від: точності ε_{ik}^2 , з якою моделюються початково-крайові збурення, які відповідають i -му спостереженні за процесом; точності δ_{kl}^2 , з якою компоненти вектор-функції $\bar{G}_k(s)$ узгоджуються із спостереженнями $y^{(i)}$ та $u^{(i)}(s)$. Розглядаються випадки **лінійної ідентифікації** ядер інтегральної моделі процесу. Якщо ж точності ε_{ik}^2 і δ_{kl}^2 при $i = \overline{1, n}, l = \overline{1, L}$ не влаштовують користувача, то розв'язується одна з двох наступних задач: 1) коли k -те наближення $g_{k\tau}(s)$ $g_\tau(s)$ -елемента вектор-функції $\bar{G}_k(s)$ знаходиться з недостатньо хорошою точністю $\delta_{k\tau}^2 > 0$; 2) коли на деякій k -ій ітерації для ξ -го спостереження ($\xi \in \overline{1, n}$) точність $\varepsilon_{\xi k}^2 > 0$ є недостатньою. В даних випадках проводиться **нелінійна або наближена ідентифікація**.

ГРОМАДСЬКА ОСВІТА: МОТИВАЦІЯ ЗА МНОЖИННОСТІ ЦІЛЕЙ, ЗАМОВНИКІВ І ПЕРІОДІВ

¹Горбачук В.М., ²Гаркуша Н.І.

¹Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

GorbachukVasyl@netscape.net

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

NGarkusha@gmail.com

Хоча функція держави в освіті має нижчий пріоритет, ніж функції держави в обороні, законності та правопорядку, правах власності, макроекономічному менеджменті, громадському здоров'ї [1], від громадської освіти залежить рівень людського капіталу в економіці загалом і в громадському секторі зокрема [2].

Національні комісії і політичні аналітики виділяють ряд цілей громадської освіти: передати базові вміння у читанні, математиці, природничих науках для комунікації, міркування та обчислення; заохотити емоційне та фізичне зростання дітей; підготувати студентів до праці шляхом навчання професійним навичкам і стосункам, що відповідають роботі; підготувати студентів до життя шляхом навчання навичкам життєздатності та фінансового менеджменту; підготувати студентів до суспільного життя шляхом прищеплення ідеалів громадянства та відповідальності; допомогти студентам долати несприятливі обставини вдома, зокрема погане харчування та погану обстановку для навчання; забезпечити середовище, вільне від наркотиків і насилля.

Освіта має також ряд замовників: батьки і діти; викладачі та їхні спілки; платники податків на місцевому і державному рівнях; потенційні роботодавці випускників; суспільство в цілому; приватні навчальні заклади; групи, що відстоюють або заперечують конкретні предмети в змісті навчального плану. Оскільки викладачі розвивають і виявляють свої вміння тривалий час, то стимули, основані на короткострокових результатах, можуть бути менш важливими, ніж кар'єра, мотиви ідеалізму чи професіоналізму.

Література

1. Горбачук В. Умови членства України у Європейському Союзі: точка зору України / Інтеграція України у світове співтовариство. – К.: IREX; За друга, 1999. – С. 15–34.
2. Горбачук В. М., Гаркуша Н. І. Рівень людського капіталу в залежності від взаємодії між громадськістю та урядом // Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки. – 2009. – № 4. – С. 85–88.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ МАТРИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТЕХНОЛОГІЙ MPI ТА OPENMP

Горбенко В.І.

Класичний приватний університет

vgorbenko@ukr.net

Матричні операції складають основу багатьох розрахункових та прогностичних задач економіки, техніки та науки. Обчислення матриць потребує як значного об'єму пам'яті, так і значного використання часу. Одним із підходів щодо вирішення проблеми скорочення часу матричних операцій може бути розподілення роботи між обчислювачами (процесорами).

Принциповим є використання або систем з масовим паралелізмом (MPP-систем), або симетричних багатопроцесорних систем (SMP-систем). Для MPP-систем широко використовується технологія організації взаємодії вузлів через передачу повідомлень (стандарти MPI та MPI-2), а для SMP-систем розпаралелювання здійснюється через систему спеціальних директив компілятора (OpenMP). Обчислювальні експерименти проводилися на кластері типу Beowulf Класичного приватного університету.

Було встановлено, що значний час алгоритмів, в яких використовуються MPI-процедури, може займати розподіл матриць через комп'ютерну мережу. Це приводить до неефективності розпаралелювання таких операцій, де кількість алгебраїчних дій прямопропорційна кількості елементів. Так, намір розпаралелити алгоритм обчислення суми двох матриць за допомогою MPI-технології приводить до зростання часу в 2-3 рази в порівнянні з послідовною програмою. Відмінно від цього застосування технології OpenMP не потребує додаткового пересилання елементів, тому, включення до програми з обчислення суми двох матриць відповідних директив OpenMP приводило до значного скорочення часу обчислень. Коефіцієнт скорочення був в межах 1.3-1.8 в розрахунку на один доданий до системи процесор та мав залежність від їх загальної кількості.

Для матричних операцій, в яких час виконання суттєво перевищує час пересилання даних в мережі, більш ефективною є технологія MPI, завдяки достатньо простому механізму збільшення задіяних в розрахунках обчислювачів.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЦИКЛІЧНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

¹Горкуненко А.Б., ²Лупенко С.А.

^{1,2}Тернопільський національний технічний університет

¹horkunenko@gmail.com, ²lupenko@ua.fm

Велика кількість економічних процесів носять циклічний характер, а їх моделювання та розробка інтелектуалізованих системи підтримки прийняття рішень за такими процесами, становить важливу науково-технічну задачу.

У відомих моделях циклічних економічних процесів, які слугують основою методів їх аналізу та прогнозу, мають місце ряд недоліків, зокрема, ці моделі не враховують змінність та спільність ритму циклічних економічних процесів.

У роботі [1], вперше обґрунтовано модель та проведено статистичний аналіз на базі циклічного випадкового процесу типових економічних циклічних процесів. Дана модель враховує циклічність, стохастичність та зміну ритму досліджуваних процесів. У роботі [2] обґрунтовано та використано статистичні методи аналізу на основі вектора циклічно ритмічно пов'язаних випадкових процесів, що дало змогу проводити сумісний аналіз взаємопов'язаних циклічних економічних процесів.

Розроблений підхід доповнює ряд існуючих моделей та методів аналізу циклічних економічних процесів та дає змогу проводити аналіз як одного економічного процесу, так і декількох взаємопов'язаних циклічних економічних процесів. Даний підхід дозволяє провести багатофакторний аналіз циклічних економічних процесів, що є підґрунтям для їх прогнозування.

Література

1. Горкуненко А.Б. Математичне моделювання економічних циклічних процесів для їх автоматизованого аналізу та прогнозу // А.Б. Горкуненко, С.А. Лупенко, А.М. Луцків // Вісник Хмельницького національного університету. -2010. – № 3. – С. 269-275.
2. Горкуненко А.Б. Математичне моделювання та статистичний сумісний аналіз взаємопов'язаних економічних циклічних процесів // А.Б. Горкуненко, А.М. Луцків, С.А. Лупенко // Вісник Хмельницького національного університету. -2011.-№1. – С. 137-143.

ЗБІЖНІСТЬ СТРИБКОВОЇ ПРОЦЕДУРИ ОПТИМІЗАЦІЇ В МАРКОВСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Горун П.П., Чабанюк Я.М., Гнатів Л.Б.

Національний університет "Львівська політехніка"

yaroslav_chab@yahoo.com

Стрибова процедура стохастичної оптимізації (ПСО) з марковськими переключеннями в схемі серій задається співвідношенням [1]

$$u^\varepsilon(t) = u + \varepsilon \sum_{k=0}^{\nu(t/\varepsilon)-1} a_k^\varepsilon \nabla_b C(u_k^\varepsilon, x_k^\varepsilon), t \geq 0, u^\varepsilon(0) = u, u \in R^d, \quad (1)$$

де $\nu(t) = \max\{n > 0 : \tau_n \leq t\}$ – лічильний процес моментів відновлення τ_n вкладеного ланцюга Маркова $x_n = x(\tau_n)$ у рівномірно ергодичний марковський процес $x(t)$ у стандартному фазовому просторі (X, X) , з генератором Q [2], та потенціалом R_0 , $\nabla_b C(u, \cdot) = \{(C(u_i^+, \cdot) - C(u_i^-, \cdot)) / 2b(t), i = \overline{1, d}\}$, $u_i^\pm = u_i \pm b(t)e_i$, $e_i = \{0, \dots, 1, 0, \dots, 0\}$. Збіжність ПСО (1) розглядається в умовах експоненційної стійкості усередненої системи

$$du(t)/dt = \nabla C(u(t)), \quad C(u) = \int_X \rho(dx) C(u, x). \quad (2)$$

В (1) мають місце вкладеності $u_n^\varepsilon = u^\varepsilon(\tau_n^\varepsilon)$, $x_n^\varepsilon = x(\tau_n^\varepsilon)$, $a_n^\varepsilon = a(\tau_n^\varepsilon)$, $\tau_n^\varepsilon = \varepsilon \tau_n$.

Теорема. Нехай існує функція Ляпунова $V(u) \in C^3(R^d)$, $u \in R^d$ усередненої системи (2) така, що:

C1: забезпечує експоненційну стійкість усередненої системи (2)

$$\langle \nabla_b C(u), \nabla_u \rangle V(u) \leq -k_0 V(u); \quad \nabla_u V(u) \leq k_1 (1 + V(u));$$

C2: мають місце оцінки

$$\max_{x \in X} |\langle \nabla_u C(u, x), \nabla_u \rangle^2 V(u)| \leq k_2 (1 + V(u));$$

$$\max_{x \in X} |\langle \nabla_b C(u, x), \nabla_u \rangle R_0 \langle \nabla_b C(u, x), \nabla_u \rangle V(u)| \leq k_3 (1 + V(u));$$

$$\max_{x \in X} |\langle \nabla_b C(u, x), \nabla_u \rangle^2 R_0 \langle \nabla_b C(u, x), \nabla_u \rangle V(u)| \leq k_4 (1 + V(u));$$

C3: функції $a(t), b(t)$ монотонно спадні, додатні та задовольняють умови:

$$\sum_{t=0}^{\infty} a(t) = \infty, \quad \sum_{t=0}^{\infty} a^2(t) < \infty, \quad \sum_{t=0}^{\infty} a(t)b(t) < \infty, \quad b(t) \leq M < \infty;$$

С4: а також $\nabla_b C(u)$ задовольняє глобальну умову Ліпшиця:

$$\max_{u \in R^d} |\nabla_b C(u) - \nabla C(u)| \leq k_5 b(t), \quad k_i > 0, \quad i = \overline{0,5}.$$

Тоді при кожному додатному $\varepsilon < \varepsilon_0$, ε_0 - достатньо мале, ПСО (1) збігається з ймовірністю 1 до єдиної точки рівноваги усередненої

еволюційної системи (2) $P\{\lim_{t \rightarrow \infty} u^\varepsilon(t) = u_0\} = 1$.

Література

1. Горун П.П., Чабанюк Я.М., Кукурба В.Р. Генератор стрибкової процедури оптимізації в марковському середовищі. /XVI International Conference "Problems of decision making under uncertainties" (PDMU-2010, October 4-8, 2010). Київ: Освіта України. - С.54.
2. V. Koroliuk, N. Limnios. Stochastic Systems in Merging Phase Space./ World Scientific Publishing, – 2005. – 330 P.

ПРО ОДНУ МАТЕМАТИЧНУ МОДЕЛЬ ЗСУВНОГО ПРОЦЕСУ ТАЛОГО ШАРУ ҐРУНТУ В УМОВАХ ТЕПЛО-СОЛЕПЕРЕНОСУ

Громадченко Т.В., Мартинюк П.М.

Національний університет водного господарства і природокористування, м. Рівне

grotan_nuwmnru@ukr.net

Розглядається задача зміни напорів порової рідини в талому шарі ґрунту та процес його подальшого зсуву як ідеалізованого потоку в'язкої рідини з урахуванням впливу тепло-солепереносу. Під впливом сезонних змін температури відбувається розмерзання ґрунту. Позначимо через Ω_1 область талого ґрунту, а Ω_2 - область замерзлого ґрунту. Нехай Γ_a - межа контакту ґрунту з атмосферою, Γ - межа області Ω_2 , Γ_f - рухома межа фазового переходу ґрунту із замерзлого в талий стан.

Зміну напорів у порах ґрунту області Ω_1 опишемо рівнянням фільтраційної консолідації [1], враховуючи процеси теплопереносу

та припускаючи, що поровою рідиною є не чиста вода, а сольовий розчин. Рух зсуву ґрунту опишемо рівняннями теорії мілкої води, ідеалізуючи його (ґрунт) як в'язку рідину. Тоді математичну модель досліджуваного процесу в загальноприйнятих позначеннях можна описати наступною крайовою задачею [1, 2]:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{(1+\bar{e})(1+\xi)}{2\gamma a} (\nabla(\mathbf{K}\nabla H) - \nabla(\mathbf{v}\nabla c) - \nabla(\mu\nabla T)), \quad X \in \Omega_1, \quad (1)$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial\left(hu^2 + \frac{1}{2}gh^2\cos(\alpha)\right)}{\partial x} = gh\sin(\alpha) - (k_r u \cdot |u| + k_c gh\cos(\alpha)), \quad X \in \Omega_1, \quad (2)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} = 0, \quad X \in \Omega_1, \quad (3)$$

$$\nabla(\mathbf{D}\nabla c) + \nabla(\mathbf{D}_T\nabla T) - \mathbf{u}_f \nabla c = n \frac{\partial c}{\partial t} + \gamma_1(c - C_m), \quad X \in \Omega_1, \quad (4)$$

$$C_T^{(1)} \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot (\lambda^{(1)} \nabla T) - \rho \cdot c_\rho \mathbf{u}_f \cdot \nabla T, \quad X \in \Omega_1, \quad (5)$$

$$C_T^{(2)} \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot (\lambda^{(2)} \nabla T), \quad X \in \Omega_2, \quad (6)$$

$$\mathbf{u}_f = -\mathbf{K}(c, T) \nabla h + \mathbf{v} \nabla c + \mu \nabla T, \quad X \in \Omega_1, \quad (7)$$

$$T(X, t)|_{t=0} = T_0(X), \quad H(X, t)|_{t=0} = H_0(X), \quad c(X, t)|_{t=0} = c_0(X),$$

$$u(X, t)|_{t=0} = u_0(X), \quad h(X, t)|_{t=0} = h_0(X), \quad X \in \overline{\Omega}_1 \cup \overline{\Omega}_2, \quad (8)$$

$$(\lambda^{(1)} \nabla T, \vec{n})|_{\Gamma_a} = \beta(T|_{\Gamma_a} - T_a), \quad (\lambda^{(2)} \nabla T, \vec{n})|_{\Gamma} = q_T, \quad (9)$$

$$T(X, t)|_{\Gamma_f} = T^*(c), \quad (10)$$

$$(q_c, \vec{n})|_{\Gamma} = 0, \quad c(X, t)|_{\Gamma_a} = C_1(X, t), \quad X \in \Gamma_a, \quad (11)$$

$$(\lambda^{(1)} \nabla T, \vec{n})|_{\Gamma_f} - (\lambda^{(2)} \nabla T, \vec{n})|_{\Gamma_f} = L \cdot \rho \cdot W_o \cdot \frac{d\Gamma_f}{dt}, \quad (12)$$

$$(u_f, \vec{n})|_{\Gamma_f} = 0, \quad H|_{\Gamma_a} = 0, \quad (13)$$

де $u(x, t)$ - середня по поперечному перерізу потоку швидкість вздовж схилу; $h(x, t)$ - висота (потужність) зсуву-потоку, що знаходиться перпендикулярно схилу від поверхні Γ_f , по якій рухається масив ґрунту; $\alpha(x)$ - кут нахилу схилу до горизонту; k_c - коефіцієнт сухого тертя; k_r - коефіцієнт гідралічного тертя; β - коефі-

цієнт швидкості теплообміну; W_o - кількість замерзлої порової рідини; $T^*(c)$ - температура фазового переходу; L - прихована теплота фазового переходу порової рідини; $u_0(X)$, $h_0(X)$, $T_0(X)$, $c_0(X)$, $H_0(X)$, $C_1(X, t)$ - задані функції.

Чисельний розв'язок крайової задачі (1)–(13) знайдено безсітковим методом. Проведено ряд чисельних експериментів. Знайдено розподіл напорів, температур, швидкостей фільтрації та швидкостей руху ґрунтового масиву.

Література

1. Власюк А.П. Математичне моделювання консолідації ґрунтів при фільтрації сольових розчинів в неізотермічних умовах. /А.П. Власюк, П.М. Мартинюк - Рівне: Вид-во НУВГП, 2008. – 416 с.
2. Зеркаль С.В. Моделирование движения потоков различной природы по наклонной поверхности методом частиц /С.В. Зеркаль, Е.В. Захаров, С.В. Богомолов //Вестник Харк. нац. ун-та. Сер.: Математическое моделирование. Информационные технологии. Автоматизированные системы управления. – 2003. - № 590, вып. 1. — С. 114 - 123.

О ПРЕОБРАЗОВАНИИ МОДЕЛИ СТАЦИОНАРНЫХ ДВОИЧНЫХ ЦИКЛИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ МАРКОВА

Губеладзе А.К.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка

Stat@unicyb.kiev.ua

В работе [1] рассматривалась задача о снижении порядка сложности стационарных(ст.) двоичных цепей Маркова. В зависимости от матрицы переходных вероятностей в множестве состояний сложной цепи могут быть один или несколько эргодических классов существенных состояний. Ст. сложная двоичная цепь циклическа, если из любого состояния (имеющего положительную вероятность) в некоторое другое состояние цепь переходит с вероятностью 1. Пусть $K = \{S_{i_1}, \dots, S_{i_k}\}$ эргодический класс существенных состояний стационарной сложной циклической цепи Маркова $\{\xi_n, n \geq 1\}$ порядка r , $\xi_n \in \{0, 1\}$, $n \geq 1$. $(p_{i_1}, \dots, p_{i_k})$ - ст. начальные распределения (вероятности начальных состояний) эргодического класса K . Рассмотрим случай, когда выполняется условие

$p_{i_1} + \dots + p_{i_k} = 1$ (условие эргодичности ст. сложной цепи). Из этого условия следует, что $p_{i_1} = p_{i_2} = \dots = p_{i_k} = k^{-1}$. Порядок r рассматриваемой сложной цепи является точным тогда и только тогда, когда для некоторого состояния $S_i = (\alpha_1, \dots, \alpha_r)$ из эргодического класса K состояния $S_{i'} = (0, \alpha_1, \dots, \alpha_{r-1})$, $S_{i''} = (1, \alpha_1, \dots, \alpha_{r-1})$ принадлежат эргодическому классу K ($\alpha_n \in \{0, 1\}$, $n \geq 1$). Если это условие не выполняется, то порядок сложной цепи r не является точным. Для нахождения точного порядка r_0 ($r_0 < r$) строится эргодический класс существенных состояний $K^{(r-1)} = \{S_{m_1}^{(r-1)}, \dots, S_{m_k}^{(r-1)}\}$, где состояния эргодического класса $K^{(r-1)}$ определяется через состояния эргодического класса K : для каждого состояния $S_i = (\alpha_1, \dots, \alpha_r)$ из эргодического класса K состояние $S_j^{(r-1)} = (\alpha_2, \dots, \alpha_r)$ принадлежит эргодическому классу $K^{(r-1)}$. В эргодическом классе $K^{(r-1)}$ сложная цепь циклична и ст. начальные распределения $(p_{m_1}^{(r-1)}, \dots, p_{m_k}^{(r-1)})$, отвечающие этому классу, удовлетворяют равенству $p_{m_1}^{(r-1)} = p_{m_2}^{(r-1)} = \dots = p_{m_k}^{(r-1)} = k^{-1}$. Проверив вышеописанным условием порядок сложности $r-1$ и при необходимости продолжаем последовательный поиск точного порядка, находим точный порядок сложной цепи r_0 . Эргодический класс существенных состояний $K^{(r_0)} = \{S_{c_1}^{(r_0)}, \dots, S_{c_k}^{(r_0)}\}$, соответствующий точному порядку r_0 , циклический и ст. начальные распределения $(p_{c_1}^{(r_0)}, \dots, p_{c_k}^{(r_0)})$, отвечающие этому классу, удовлетворяют равенству $p_{c_1}^{(r_0)} = p_{c_2}^{(r_0)} = \dots = p_{c_k}^{(r_0)} = k^{-1}$. Таким образом модель рассматриваемой ст. сложной циклической цепи Маркова $\{\xi_n, n \geq 1\}$ порядка r сводится к модели ст. сложной циклической цепи Маркова порядка r_0 .

Литература

1. Губеладзе А.К. Про задачу пониження порядку складності стац.складних двійкових ланцюгів Маркова// Тези міжнародної конференції PDMU-2010, жовтень 4-8, Ялта, 2010, с.55

ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ВІЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ В МОДЕЛЯХ ПРОМИСЛОВОГО ЦИРКУЛЯРНОГО НАГНІТАННЯ ЦЕМЕНТНОГО РОЗЧИНУ В СУХИЙ ҐРУНТ

М. Б. Демчук

Національний університет водного господарства та
природокористування, м.Рівне
nbdemch@mail.ru

У роботі [1] показано, що при таких значеннях вхідних параметрів, які відповідають промислового нагнітання цементного розчину в сухий ґрунт, розчин поширюється в пористому середовищі так само, як ньютонівська рідина. Чисельне моделювання в цій роботі здійснюється у криволінійному чотирикутнику, що має змінну в часі і наперед невідому форму. Числові розв'язки задачі знаходяться різницеvim методом з використанням числових конформних відображень [2]. У цьому методі на кожному часову шарі вищезгаданий чотирикутник покривається криволінійною сіткою. Координати вузлів останньої знаходяться з розв'язку системи алгебраїчних рівнянь, яка в загальному випадку має необмежену кількість розв'язків. У кожній моделі з роботи [1] на кожному часовому шарі ця сітка є рідкою, і на основі цього ми робимо припущення, що вона є конформною.

Нехай на відрітку $[a, b]$, на якому інтерполюється фронт нагнітання, задані вузли інтерполяції x_l , $l = \overline{0, n}$, $(a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b)$ та значення інтерпольованої функції $f(x_l)$ в них. У даній роботі показано, що на кожному часовому шарі фронт нагнітання в моделях [1] найкраще інтерполювати таким сплайном

$$\varphi(x, A, B) = \begin{cases} P_2(x, X_1^{(3)}, F_1^{(3)}) & \text{якщо } x_0 \leq x \leq x_1, \\ Q_5(x, X_l^{(4)}, F_l^{(4)}) & \text{якщо } x \in [x_l, x_{l+1}], \\ \text{причому } l = 1, 2, \dots, n-2, \\ P_2(x, X_{n-1}^{(3)}, F_{n-1}^{(3)}) & \text{якщо } x_{n-1} \leq x \leq x_n, \end{cases} \quad (1)$$

де $A = (x_0, x_1, \dots, x_n)$, $B = (f(x_0), f(x_1), \dots, f(x_n))$. Тут $Q_5(x, X_l^{(4)}, F_l^{(4)})$, де $l = \overline{1, n-2}$, є такими, що

$$d^m Q_5(x, X_l^{(4)}, F_l^{(4)})/dx^m = d^m P_2(x, X_l^{(3)}, F_l^{(3)})/dx^m, \quad (2)$$

при $x = x_l, l = \overline{1, n-2}, m = \overline{0, 2}$ та

$$d^m Q_5(x, X_l^{(4)}, F_l^{(4)})/dx^m = d^m P_2(x, X_{l+1}^{(3)}, F_{l+1}^{(3)})/dx^m, \quad (3)$$

при $x = x_{l+1}, l = \overline{1, n-2}, m = \overline{0, 2}$. У рівняннях (1) – (3)

$F_l^{(3)} = (f(x_{l-1}), f(x_l), f(x_{l+1})), X_l^{(3)} = (x_{l-1}, x_l, x_{l+1})$, де $l = \overline{1, n-1}$,

$F_l^{(4)} = (f(x_{l-1}), f(x_l), f(x_{l+1}), f(x_{l+2})), X_l^{(4)} = (x_{l-1}, x_l, x_{l+1}, x_{l+2})$,

де $l = \overline{1, n-2}$. У рівняннях (1) – (3) $P_2(x, F_l^{(3)}, X_l^{(3)})$, де

$l = \overline{1, n-1}$, – інтерполяційний поліном, побудований по значенням $f(x_{l-1}), f(x_l), f(x_{l+1})$ у вузлах x_{l-1}, x_l, x_{l+1} , а

$Q_5(x, X_l^{(4)}, F_l^{(4)})$, де $l = \overline{1, n-2}$, – многочлен степені не вище

п'ятої, явний вигляд якого представлений в [3]. У даній роботі показано, що справедливою є наступна рівність

$$\phi(a + b - x, \tilde{A}, \tilde{B}) = \phi(x, A, B), \quad (4)$$

де $\tilde{A} = (\tilde{x}_0, \tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n)$, $\tilde{x}_i = a + b - x_{n-i}, i = \overline{0, n}$, $\tilde{B} = (f(x_n), f(x_{n-1}), \dots, f(x_0))$. У кожному з розглянутих у роботі [1] випадків при

інших рівних умовах кінцева форма фронту нагнітання, при розрахунку якої на кожному часовому шарі вільна поверхня інтерполювалася функцією з лівої частини рівності (4), відрізняється від кінцевої форми фронту нагнітання, при розрахунку якої на кожному часовому шарі вільна поверхня інтерполювалася функцією з правої частини рівності (4), на величину яка є набагато меншою ніж похибка апроксимації. Це підтверджує коректність вищезгаданого припущення.

Література

1. Демчук М. Б. Математичне моделювання процесу нагнітання в'язучого розчину в пористе середовище // Математичне та комп'ютерне моделювання: зб. наук. пр. Сер. фіз.-мат. науки. – 2010 р. – Вип. 4. – С. 61-75.
2. Власюк А. П., Михальчук В. Г. Чисельне розв'язування одного класу задач з вільними межами у криволінійних чотирикутниках

для еліптичних систем рівнянь: Препр./ НАН України, Ін-т математики; 94.36. – К.: 1994. – 23 с.
 3. Рябенкий В. С. Введение в вычислительную математику. – М.: Физматлит, 2000. – 294 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ МОДЕЛІ ВІДТВОРЕННЯ РОБОЧОЇ СИЛИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Джалладова І.А., Бабинюк О.І.

ДВНЗ «Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана»
 irada-05@mail.ru

Розглянемо модель, щодо відтворення робочої сили в умовах невизначеності [1], яка описується системою лінійних стохастичних різницевих рівнянь [3] на ймовірносному просторі

$$X_{k+1} = (A(\xi_k) + H(\xi_k)\gamma_k)X_k \quad (k = 0, 1, 2, \dots) \quad (1)$$

де ξ_k - скінчено значений марківський ланцюг, який приймає значення θ_k ($k = 1, \dots, r$) з ймовірностями

$$p_s(k) = p\{\xi_k = \theta_s\}, \quad (s = 1, \dots, r; k = 0, 1, 2, \dots)$$

що задовольняють систему рівнянь

$$p_s(k+1) = \sum_{j=1}^r \pi_{sj} p_j(k), \quad (s = 1, \dots, r),$$

$$\pi_{sj} \geq 0, \quad \sum_{s=1}^r \pi_{sj} = 1, \quad (s, j = 1, \dots, r),$$

де γ_k - послідовність незалежних випадкових величин, що задовольняють умовам $\langle \gamma_k \rangle = 0$, $\langle \gamma_k^2 \rangle = 1$, $\langle \gamma_k \gamma_s \rangle = 0$ ($k \neq s$), ($k, s = 0, 1, 2, \dots$), де $\langle \bullet \rangle$ - символ математичного сподівання.

Для дослідження системи рівнянь (1) вводимо стохастичні функції Ляпунова [2]

$$v_s(k, x) = \sum_{j=k}^{\infty} \langle w(x_j, \xi_j) / x_k = x_0, \xi_k = \xi_s \rangle, \quad (s = 1, \dots, r; k = 0, 1, 2, \dots), \quad (2)$$

Де $w(x, \xi) = x^* B(\xi) X$, $B(\xi)$ - квадратична додатно визначена форма.

Побудовано систему різницьових рівнянь для функції Ляпунова (2). За допомогою цих функцій отримано умови стійкості розв'язків системи рівнянь (1).

Доведено теореми:

Теорема 1. Нульовий розв'язок системи лінійних стохастичних різницьових рівнянь (1) асимптотично стійкий у середньому квадратичному, якщо система рівнянь

$$C_s = B_s + \sum_{l=1}^r \pi_{ls} (A_s^* C_l A_s + H_s^* C_l H_s), \quad (s = 1, \dots, r)$$

при $B_s = B_s^* > 0$ має розв'язок $C_s = C_s^* > 0$.

Теорема 2. Система лінійних стохастичних різницьових рівнянь

$$X_{k+1} = (A(\xi_k) + \sum_{s=1}^n H_s(\xi_k) \gamma_{nk+s}) X_n, \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

асимптотично стійка у середньому квадратичному, якщо система матричних рівнянь для симетричних матриць C_j ,

$$C_j = B_j + \sum_{l=1}^r \pi_{lj} (A_j^* C_l A_j + \sum_{s=1}^n H_{sj}^* C_l H_{sj}),$$

$(j = 1, \dots, n)$,

де $H_{sj} \equiv H_s(\xi_j)$ $(s = 1, \dots, n; j = 1, \dots, r)$ при $B_j = B_j^* > 0$

$(j = 1, \dots, r)$ має розв'язок $C_j = C_j^* > 0$ $(j = 1, \dots, r)$.

Література

1. Горкіна Л.П. Досвід та шляхи підвищення ефективності реалізації людського потенціалу в трансформаційній Україні // Вісник економічної науки України.-2009.-№2.-с. 29-34.
2. Джалладова І. А. Оптимізація стохастичних систем. – К.:КНЕУ, 2005. – 284с.
3. Xiqoxin Liao, Liqiu Nang Stability of Dynamical Systems. – Elsevier, 2007. – 706 p.

ЗАДАЧА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО НЕДОПУЩЕННЯ НЕСТАНДАРТНИХ СИТУАЦІЙ У ПУНКТАХ ПРОПУСКУ

Дмитренко О.М., Боровик О.В.

Національна академія Державної прикордонної служби України
dmytrenko2008@ukr.net

Однією з найскладніших проблем належного функціонування пунктів пропуску (ППр) є виникнення нестандартних ситуацій, що можуть призвести до моральної і матеріальної шкоди громадянам і державі. Одним з можливих шляхів недопущення або мінімізації наслідків виникнення подібних ситуацій у ППр є вчасна та якісна оцінка обстановки керівником підрозділу охорони кордону, а також визначення періоду часу на формування й реалізацію адекватного рішення. При дослідженні останньої задачі автори формалізували її і на основі використання методів інформаційної підтримки прийняття та реалізації рішень [1] запропонували підхід до розв'язання.

Постановка задачі має наступний вигляд. У процесі функціонування ППр під впливом множини $\hat{O} = \{\hat{O}_j | j = \overline{1, m}\}$ факторів ризику $\hat{O}_j$ штатна ситуація S_i може перейти в нестандартну. Такий перехід може відбуватися упродовж деякого періоду часу, тривалість якого апіорі невідома, і який залежить від кількості, властивостей і тривалості впливу факторів $\hat{O}_j \in \hat{O}$. Потрібно визначити такий допустимий період часу $\hat{O}_i$ на формування та реалізацію рішення, для якого ймовірність переходу ситуації S_i в нестандартну не перевищуватиме заданого значення.

При розв'язуванні задачі враховуються повнота, достовірність і своєчасність інформації, що визначають рівень інформованості особи, яка приймає рішення.

Застосований підхід можна рекомендувати керівникам підрозділів охорони кордону як частину загальної методики вироблення управлінських рішень з протидії виникненню конфліктів різного рівня складності у ППр через державний кордон.

Література

1. Згуровський М. З., Панкратова Н. Д. Основи системного аналізу. – К.: Видавнича група BVH, 2007. – 544 с.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ В РАМКАХ КИБЕРСЕМИОТИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ

Долгополов И.Н

Международный научно-учебный центр информационных
технологий и систем МО и НАН Украины

dolgigo@ukr.net

Настоящая работа посвящена исследованиям в области киберсемиотического моделирования, в рамках которого процессы узнавания R , идентификации E и действия D объединяются единым технологическим пространством S . Согласно существующей теории, в семиотике значение знака разделяется на предметное, образное и прагматическое. Предметное значение знака – это диагностический материал в виде признаков и симптомов, на основании которых строится отображение внутреннего состояния больного в виде внешних знаков, обобщаемых в виде образа, как некоего класса состояния. Формально, технологию обработки диагностического материала в клинической диагностике (КД), можно представить следующим образом. Имеется множество значений признаков характеризующих симптомы - T , не обязательно конечное, а так же множество $C = \{c_i\} \ i = 1..N_c$, состоящее из N_c классов (диагнозы). Каждый класс c_i представлен некоторым описанием F_i , имеющим некоторую внутреннюю структуру. Процедура классификации f объектов $t \in T$ заключается в выполнении преобразований над ними, после которых либо делается вывод о соответствии t одной из структур F_i , что означает отнесение t к классу c_i , либо вывод о невозможности классификации t . Общая модель процесса КД может быть представлена основной алгебраической системой следующего вида $R = \langle T, C, F, R_c, f \rangle$, где T – множество симптомов, подлежащих распознаванию, C – множество классов-диагнозов, F – множество их описаний, R_c – отношение на $C \times F$, f – операция классификации вида $T \rightarrow C$. Отношение R_c имеет свойство: $\forall c_i \in C \ \exists F_i \in F: (c_i, F_i) \in R_c$, т.е., классу соответствует единственное описание его структуры. Отображение f не имеет никаких ограничений, так что возможны ситуации, когда $\exists t \in T: f(t) = C_i \subset C \wedge |C_i| > 1$, т.е., некоторый симптом может быть отнесен к нескольким классам одновременно. В результате

коммуникативного акта, как единичного мероприятия КД, биоагентом O^2 , на основании обнаруженной совокупности признаков идентифицируется функциональное состояние q_0^1 биоагента O^1 , в объёме единственного диагноза, который в соответствии с основными положениями киберсемиотики определяет прагматическое его значение в виде семиотической схемы, состоящей из мероприятий по коррекции состояния биоагента O^1 . Под состоянием будем понимать множество характеризующих его значений признаков N , фиксированных на момент T и поддающихся измерению или наблюдению. В этом контексте задачу управления необходимо рассматривать в следующем виде: какие показатели F_i , и на сколько их необходимо изменить, чтобы перевести состояние из худшего состояния (C_b) в заданно – лучшее (C_w). В клинической медицине задача операционного управления, может быть представлена в следующем объёме: поддержание физиологического состояния биоагента $z \in Z' \subset Z$; поддержание конкретного процесса $y(t) \in Y'_{T_0} \subset Y_{T_0}$; $t \in T_0$; изменения состояния $z' \rightarrow z''$; $z', z'' \in Z$; изменение хода процесса $y'(t) \rightarrow y''(t)$; $y'(t), y''(t) \in Y_{T_0}$; изменения поведения: $Z' \rightarrow Z''$ и $Y'_{T_0} \rightarrow Y''_{T_0, \dots}$, где $Z', Z'' \subset Z$, а $Y'_{T_0}, Y''_{T_0} \subset Y_{T_0}$. Однако эти задачи относятся к типу управления по отклонению и определяют суть метаболической коррекции. Более сложной задачей является управление посредством адаптации, путём изменения структуры объекта, вне зависимости от уровня задаваемой абстракции пространственной и временной метрики. Для решения такой задачи предлагается использовать особенность взаимодействия частей биосистемы описываемую не простой функциональной зависимостью в виде линейного причинного ряда, а в виде замкнутого круга (цикла), внутри которого каждый элемент связи является условием другого и обусловлен им. Таким образом, для описания целостности класса использовался системный закон взаимосвязи значений признаков, в котором замкнутый круг взаимоопределяемых признаков образует своеобразный резонанс закономерных связей. Наличие подобного резонанса было подтверждено в нотациях нейронных сетей в рамках направления исследований - adaptive resonance theory. Используя критерий Е.С.Смирнова проблему формального управления классом можно представить в виде нахождения таких признаков, изменение значения которых повлекло бы изменения

остальных значений признаков, без разрушения целостности класса. Определим модель $M_{\zeta} = \langle \Omega_{\zeta}, Z_{\zeta} \rangle$ класса ζ , где Ω_{ζ} - множество значений признаков $x_1, x_2, \dots, x_k$, принимающие на каждом объекте класса определённые значения y ; Z_{ζ} - закономерности вида $(x^i_1 = y^{i1}_{j1}) \& (x^i_2 = y^{i2}_{j2}) \& \dots \& (x^i_k = y^{ik}_{jk}) \Rightarrow (x^i_0 = y^{i0}_{j0})$ применимы к каждому объекту класса C и предсказывающие по значениям $y^{i1}_{j1}, y^{i2}_{j2}, \dots, y^{ik}_{jk}$ величин $x^i_1, x^i_2, \dots, x^i_k$ значение y^{i0}_{j0} признака x^i_0 . что обеспечивает надежность, непротиворечивость и согласованность предсказаний динамики состояний, в рамках изменения класса $C_b \rightarrow C_w$.

АЛГЕБРАЇЧНІ ЗАСОБИ ГРУПУВАННЯ: ПСЕВДООБЕРНЕННЯ ТА ГРУПУЮЧІ ОПЕРАТОРИ

В.С.Донченко
voldon@unicyb.kiev.ua

Принциповою математичною структурою, що широко використовується в математичному моделюванні є структура евклідового простору (ЕП) та його базові лінійні та нелінійні структури: лінійні підпростори та гіперплощини, лінійні оператори, невід'ємно визначені квадратичні форми та відповідні їм еліпси групування. Псевдообернення за Муром – Пенроузом (ПдО) є потужним математичним апаратом опису та конструктивного використання цих базових структур (див., наприклад [1-2]). Зазначимо, що принципівим внеском в розвиток теорії ПдО є роботи М.Ф.Кириченка і, зокрема, його основоположна робота [3]. ПдО надає широкі можливості конструктивного опису та використання ЕП-базових лінійних структур, що визначається прямим зв'язком ПдО з ортогональними проекторами основних підпросторів лінійного оператора та лінійних підпросторів, породжених тим чи іншим набором векторів. Такими наборами векторів в задачах кластеризації, класифікації та розпізнавання є вектори слухних навчальних вибірок. Наявність явних та конструктивних формул для ортогональних проекторів уможливорює явний аналітичний опис відстаней відповідності кластеру на основі вкладення векторів навчальної вибірки у слухний лінійний підпростір чи гіперплощину.

Зазначимо, що реалізація алгоритмів групування інформації використовує рекурентні процедури, пов'язані, наприклад, із

перевіркою належності того чи іншого спостереження відповідному класу та, відповідно, включення чи виключення його з навчальної вибірки. Згадана вище основоположна робота М.Ф.Кириченка [3] пропонує засоби реалізації відповідних рекурентних алгоритмів: в ній, зокрема, наведені рекурентні формули обчислення ПдО A^+ матриці, а, отже, і ортогональних проекторів, з нею пов'язаних, за тих чи інших перетворень довільної $m \times n$ матриці A . Такими перетвореннями є: розширення матриці A рядком чи стовпчиком; викреслювання рядка чи стовпчика; адитивне збурення слушним тензорним добутком двох векторів $ab^T, a \in R^m, b \in R^n$. Останнє перетворення природним чином постає в процедурі «алгебраїчного Jack - Knife», коли вектор, що перевіряється на черговому кроці на належність класу, викреслюється із числа тих елементів, що цей клас породжують[4].

Менш відомо, що так само ефективно та конструктивно ПдО може бути використане в описі ЕП-нелінійних структур, важливих в реалізації уявлень про групування. До таких нелінійних структур відносяться еліпси (можливо, – еліпсоїдальні циліндри), які „групують” елементи навчальної вибірки. Мова йде про „мінімальні” в певному сенсі еліпсоїди, які „накривають” всі елементи відповідної навчальної вибірки. Оскільки еліпсоїди описуються невідомо визначеними симетричними квадратичними формами, мова йде, власне, про конструктивний опис матриці квадратичної форми що відповідає навчальній вибірці, та визначення відповідного „радіусу” еліпсоїда (значення лінії рівня відповідного еліпсоїда). Такі квадратичні структури описуються матрицею невід’ємно визначеної симетричної квадратичної форми, яка у зв’язку із ПдО позначається як $R(A^T)$ для матриці A , стовпчики якої складають вектори ознак відповідної навчальної вибірки, називається групуючим оператором (іноді – зваженим проекційним) і визначається співвідношенням $R(A^T) = A^{+T} A^+$. Виявляється, що всі вектори - стовпчики матриці A , тобто елементи навчальної вибірки, лежать у еліпсоїді («еліпсоїді групування») $x^T R(A^T) x \leq r, x \in R^m, r = \text{rank} A$. «Радіус» еліпсоїда можна, іноді суттєво, зменшити.

Групуючі оператори несподіваним чином прояснюють суть відстані Махаланобіса.

Література

1. Кириченко Н.Ф., Донченко В., Кривонос Ю., Омардибиров В. Базовые структуры евклидовых пространств: конструктивные методы описания и использования/ New Trends in Classification and Data Mining. – ITHEA, Sofia, Bulgaria. -2010.- ISBN 978-954-16-0042-9.- P. 155-170.
2. Донченко В.С. Неопределённость и математические структуры в прикладных исследованиях/ Human aspects of Artificial Intelligence International Book Series Information science & Computing.– Number 12. – Supplement to International Journal “Information technologies and Knowledge”. –Volume 3.–2009. – P. 9-18.
3. Кириченко Н.Ф. Аналитическое представление псевдо-обратных матриц //Киб. и СА.- №2. –1997.– С.98-122. Кириченко Н.Ф. Донченко В.С. Гиперплоскости в «множествах и расстояниях соответствия»: кластеризация / Artificial Intelligence and Decision Making.– International book series “INFORMATION SCIENCE&COMPUTING”, Number 7.– Sofia 2008. – P. 25-36.

АЛГОРИТМ РОБАСТНОЇ ВІДДІЛЬНОСТІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВНИХ СИГНАЛІВ

¹Донченко В.С., ²Зінько Т.П.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

¹ voldon@unicyb.kiev.ua , ² tzinko@ukr.net

Пропонується спеціальний двокроковий алгоритм класифікації розпізнавання мовних сигналів.

Існують різні варіанти розпізнавання сигналів, які пов'язані із обчисленням відстаней між представниками класів, а також розділенням класів гіперплощинами. У першій частині роботи пропонується формування представників класів на основі формантних векторів ознак одного промовця і побудова дерева. У другій – формування навчальних виборок і робастна віддільність, тобто побудова гіперплощини, яка буде розділяти на два класи на кожному кроці.

Для кожного класу навчальної вибірки застосовується алгоритм робастної віддільності.

На першому етапі кластеризації будується дерево розбиття, методом k-середніх, тобто визначаються класи, за якими потім

формуються навчальні вибірки. Отримані вибірки розділяються побудованою гіперплощиною.

На другому етапі – за деревом класифікації будуються навчальні вибірки для кожного слова за іншими промовцями, для яких пропонується запускати алгоритм гарантованої робастної віддільності – поділу класів роздільними гіперплощинами.

Теорії псевдообернення дозволяють конструктивно будувати засоби опису класів, котрі розділені гіперплощинами, як на першому так і на другому етапах.

Література

- 1.Кириченко Н.Ф. Аналитическое представление возмущений псевдообратных матриц // Кибернетика и системный анализ. – 1997. – №2.–С. 98–107.
- 2.Кириченко Н.Ф., Донченко В.С. Псевдообращение в задачах кластеризации // Кибернетика и системный анализ. –2007. –№4. – С. 98-122.

ОПТИМАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ УДВОЕНИЯ СТАВОК

Доценко С.И., Кожевников Д.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
Sergei204@ukr.net , dima_kozhevnikov@ukr.net

Задача оптимального удвоения ставок состоит в следующем. Пусть два игрока играют в некоторую игру. До завершения партии каждый из игроков может сказать противнику “дабл”. При этом противник имеет две альтернативы – сдаться без доигрывания (и уплатить единичную ставку) либо согласиться играть далее по удвоенной ставке. В начале игры каждый из игроков имеет право на удвоение. Далее, если один из игроков согласился играть по удвоенной ставке, то он получает исключительное право на последующее удвоение и т.д. Таким образом, удвоение ставок может иметь место несколько раз на протяжении партии, но обязательно поочередно.

В [1] была рассмотрена задача оптимальной стратегии удвоения ставок при наблюдении поведения траектории Винеровского процесса. Пусть в начальный момент времени $W(0)=0.5$ и пусть $t_0=\min(t|W(t)=0 \text{ или } W(t)=1)$. Полагается, что первый игрок выигрывает, если $W(t_0)=1$ и проигрывает, если $W(t_0)=0$. Была найдена оптимальная стратегия поведения –

удваивать при $W(t)=0.8$, принимать удвоение при $W(t)>0.2$ и сдаваться при $W(t)<0.2$. В [2] была рассмотрена задача удвоения на конечной стадии игры в нарды, когда шашки соперников перестают взаимодействовать и задача сводится к выведению своих шашек из игры раньше, чем это сделает противник. Для оценок шансов на выигрыш была применена диффузионная аппроксимация. Авторами был рассмотрен другой подход – задача была проанализирована методом динамического программирования “с конца” и были получены стратегии удвоения. Оказалось, что рассмотренная ранее модель диффузионной аппроксимации является адекватной и ошибка не превышает 2%.

Литература

1. Keeler E.B., Spencer J. Optimal doubling in backgammon. Operations Research, v.23, N 6, pp.1063-1071.
2. Michael Buro. Estimating winning probabilities in backgammon races. Chess association journal, 22(3), p. 133-142.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫМИ РИСКАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Емеличев В. А., Коротков В. В.

Белорусский государственный университет

emelichev@bsu.by, wladko@tut.by

Согласно фундаментальным свойствам современного финансового рынка основная цель для всякого инвестора – формирование такого портфеля ценных бумаг (инвестиционного портфеля), который устраивал бы его по ожидаемой доходности и риску. С использованием этих двух показателей (доход – риск) могут быть сформулированы различные оптимизационные (в том числе и многокритериальные) модели нахождения «наилучшего» портфеля в зависимости от вида критериев и выбранного принципа оптимальности.

В [1] и [2] был сформулирован следующий s -критериальной дискретный вариант классической задачи портфельной оптимизации Марковица с критериями рисков Сэвиджа

$$Z^s(R): \max_{i \in N_m} \sum_{j \in N_n} r_{ijk} x_j \rightarrow \min, \quad k \in N_s,$$

состоящий в поиске множества Парето. Здесь $N_n = \{1, 2, \dots, n\}$ – активы (акции, облигации предприятий, недвижимость и т. п.); N_m – состояния рынка (ситуации); N_s – риски (финансовые, экологические, производственные и т. п.); $R = [r_{ijk}] \in \mathbf{R}^{m \times n \times s}$ – матрица рисков (упущенных возможностей), т. е. r_{ijk} – величина риска, которому подвергается инвестор, выбирая актив $j \in N_n$ по критерию (виду риска) $k \in N_s$ в том случае, если бы рынок находился в состоянии $i \in N_m$; $X \subseteq \{0, 1\}^n$ – множество портфелей $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ инвестора, где $x_j = 1$, если инвестор выбирает актив j , и $x_j = 0$ в противном случае.

Такая постановка требует использование статистических и прогнозных оценок рисков. Расчеты подобных величин сопровождаются большим количеством ошибок. В связи с этим возникает потребность в исследовании чувствительности процесса оптимизации к малым возмущениям (расхождениям) в оценке начальных данных (элементов матрицы рисков).

Ранее в [1] были анонсированы достижимые оценки снизу и сверху радиуса устойчивости Парето-оптимального портфеля многокритериальной задачи $Z^s(R)$ при условии, что в пространстве параметров задачи $\mathbf{R}^{m \times n \times s}$ задана чебышевская метрика l_∞ , а в [2] – аналогичные оценки при условии, когда в пространствах портфелей $\mathbf{R}^n$ и состояний рынка $\mathbf{R}^m$ задана линейная метрика l_1 , а в критериальном пространстве рисков $\mathbf{R}^s$ – метрика l_∞ . Развивая эти результаты, получена следующая теорема.

Теорема. Если в пространствах $\mathbf{R}^n$, $\mathbf{R}^m$ и $\mathbf{R}^s$ задана одна и та же метрика l_1 , то для радиуса устойчивости $\rho^s(x^0, R)$, $s \geq 1$, любого Парето-оптимального портфеля x^0 задачи $Z^s(R)$ справедливы оценки

$$\varphi \leq \rho^s(x^0, R) \leq m\varphi,$$

где

$$\varphi = \min_{x \in X \setminus \{x^0\}} \sum_{k \in N_s} [\min_{i' \in N_m} \max_{i \in N_m} (\sum_{j \in N_n} r_{ijk} x_j - \sum_{j \in N_n} r_{i'jk} x_j^0)]^+.$$

Здесь $[z]^+ = \max\{0, z\}$, $z \in \mathbf{R}$.

Литература

1. Емеличев В. А., Коротков В. В. О радиусе устойчивости Парето-оптимального инвестиционного портфеля в векторной булевой задаче с критериями риска Сэвиджа // XV International Conference (PDMU-2010). Abstracts. Lviv, Ukraine. May 17–21, 2010. – P.76 – 78.
2. Емеличев В. А., Коротков В. В. Многокритериальная задача портфельной оптимизации в условиях неопределенности рисков // XVI International Conference (PDMU-2010). Abstracts. Yalta, Ukraine. October 4–8, 2010. – P. 69 – 71.

ПРО ПОВЕДІНКУ МИТТЄВОЇ МАЙБУТНЬОЇ СПОТ-СТАВКИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

¹Єлейко Я., ²Алієв С.

¹Львівський національний університет імені Івана Франка

yikts@yahoo.com

²Інститут математики і механіки НАНА, м.Баку

soltanaliyev@yahoo.com

Важливою проблемою на фінансовому ринку під час підписання боргового контракту є визначення миттєвої майбутньої спот-ставки [1].

За умови наявності стрибкоподібної компоненти функція майбутньої ставки від моменту часу u до моменту часу v найкраще моделюється за допомогою $\int_u^v f(t)dg(t)$, де $f(t)$ – ставка на момент часу t , $g(t)$ – деяка неспадна функція.

Спот ставка та миттєва спот ставка пов'язані між собою співвідношенням

$$\int_u^v f(t)dg(t) = (v - u)s(u, v),$$

де $s(u, v)$ – спот ставка за період $[u, v]$. Знайдемо також границю середньої кількості отриманої суми C_v в момент часу v , при початковому її значенні в момент часу u в умовах невизначеності,

яка описується напів марковським процесом $x(t)$ із скінченною множиною станів та неперервним часом.

Література

1. James C., Van Horn Financial Market and Flows —Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1994, P.101.

ПРО ОДНУ МОДЕЛЬ ТРАНСАКЦІЙНИХ ВИПЛАТ

Єлейко Я., Зброїнська Б., Куликовець Н.

ЛНУ ім. Івана Франка, Університет ім. Я. Кохановського
natalia.kulykovets@gmail.com

Важливою проблемою на даному етапі розвитку економічних стосунків суб'єктів господарської діяльності, є оцінювання трансакційних витрат. [1] Вважаємо, що інвестиційна компанія інвестує певну суму X під деякий проект на n років з фіксованою відсотковою ставкою k . Для впевненості в поверненні інвестованої суми, компанія наймає консалтингову фірму, для перевірки платоспроможності.

Нехай x_1 - комісійні, які отримує консалтингова фірма за свої послуги, відповідно після сплати комісійних, компанія буде інвестувати фактично суму $(X - x_1)$. Дана ситуація супроводжується зміною процентної ставки інвестування. Якщо інвестиційна компанія не впевнена в достовірності перевірки, тоді вона наймає інші консалтингові фірми, відповідно оплачуючи їх послуги комісійними $x_2, x_3, \dots, x_m$, які носять назву трансакційних витрат.

Після m перевірок інвестована сума очевидно зміниться, що призведе до зміни процентної ставки.

Якщо X - початкова інвестована сума, тоді $X(1+k)^n$ - є сумою, яку потрібно повернути компанії.

З рівняння еквівалентності
 $(X - (x_1 + x_2 + \dots + x_m))(1+\Delta)^n = X(1+k)^n$ отримаємо реальну процентну ставку Δ .

Далі вважаємо кількість перевірок L дискретною випадковою величиною з законом розподілу

$$P\{L = i\} = p_i, \quad i = 0, 1, \dots, m, \quad \sum_{i=0}^m p_i = 1.$$

В даному випадку середні виплати фірмі А будуть рівні

$$E\left((X - x_1 - x_2 - \dots - x_L)(1 + \Delta)^n\right) = (1 + \Delta)^n \sum_{s=0}^m (X - x_1 - x_2 - \dots - x_s) p_s.$$

$$\text{Звідси отримаємо } \Delta = \sqrt{\frac{X}{(X - (x_1 + x_2 + \dots + x_m))}} (1 + k) - 1 \quad - \text{ реальну}$$

відсоткову ставку.

Дисперсія виплат:

$$\begin{aligned} D\left((X - x_1 - x_2 - \dots - x_L)(1 + \Delta)^n\right) &= \\ &= (1 + \Delta)^{2n} \left(\sum_{s=0}^m (X - x_1 - x_2 - \dots - x_s)^2 p_s - \left(\sum_{s=0}^m (X - x_1 - x_2 - \dots - x_s) p_s \right)^2 \right). \end{aligned}$$

А ризик несплати інвестиції має вигляд:

$$\begin{aligned} R\left((X - x_1 - x_2 - \dots - x_L)(1 + \Delta)^n\right) &= \frac{\sqrt{D\left((X - x_1 - x_2 - \dots - x_L)(1 + \Delta)^n\right)}}{E\left((X - x_1 - x_2 - \dots - x_L)(1 + \Delta)^n \mid L = s\right)} \\ &= \frac{\sqrt{\sum_{s=0}^m (X - x_1 - x_2 - \dots - x_s)^2 p_s - \left(\sum_{s=0}^m (X - x_1 - x_2 - \dots - x_s) p_s \right)^2}}{\sum_{s=0}^m (X - x_1 - x_2 - \dots - x_s) p_s} \end{aligned}$$

Література

1. Шарп У.Ф., Олександр Г.Дж., Бейли Дж. В.-Инвестиции, ИНФА-М, 2001 .- 764 с.

ГРАНИЧНА ТЕОРЕМА ДЛЯ ГІЛЛЯСТОГО ПРОЦЕСУ З ДОВІЛЬНОЮ КІЛЬКІСТЮ ТИПІВ ЧАСТИНОК ТА ІМІГРАЦІЄЮ

Слейко Я.І., Базилевич І.Б., Тимків Г.Б.

Львівський національний університет імені Івана Франка

tumkiv_gala@mail.ru

Розглянемо сімейство гіллястих процесів Гальтона-Ватсона [1], що залежить від деякого малого параметра ε з довільною кількістю типів частинок D та дискретним часом. Нехай випадкова міра $\xi(t, \varepsilon, A)$ позначає кількість частинок процесу з параметром ε на момент часу t [2].

Умовні ймовірності та умовні математичні сподівання при умові, що в початковий момент часу була одна частинка типу $d \in D$ нульового віку будемо позначати через P_d та M_d .

Нехай має місце розклад

$$M_d(\varepsilon, A) = E + \varepsilon C + o(\varepsilon),$$

де E – одиничний оператор, C – обмежений оператор, який залежить від множини A та d . Тоді, якщо

$$1) \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{1}{\varepsilon} b_1(\varepsilon, s) [F(\varepsilon, s, \exp(\lambda(\cdot)/b_1(\varepsilon, \cdot))) - \exp(\lambda(s)/b_1(\varepsilon, s))] = \\ = H(s, \lambda(\cdot)),$$

$$2) \frac{\partial H(s, \lambda(u))}{\partial \lambda} = C(s, \lambda(u)) \quad \text{обмежена по всіх аргументах та}$$

$$\frac{1}{\varepsilon} [G(\varepsilon, s, \exp(\lambda(\cdot)/b_1(\varepsilon, \cdot))) - 1] \rightarrow g(s, \lambda(\cdot)), \text{ де } G(\varepsilon, d, t, \varphi(\cdot)) -$$

твірний функціонал для іммігруючих частинок, то скінченновимірні розподіли гіллястого процесу Гальтона-Ватсона з імміграцією та довільною кількістю типів частинок, що відповідають випадковій мірі $\mu(t, \varepsilon, A) = \frac{\xi([t/\varepsilon], \varepsilon, A)}{b(\varepsilon, A)}$ слабо

збігаються при $\varepsilon \rightarrow 0$ до скінченновимірних розподілів багатовимірного гіллястого процесу з неперервним фазовим простором та імміграцією.

Тут $F(\varepsilon, d, t, \varphi(\cdot)) = M_d \exp \left\{ - \int_D \varphi(u) \xi(t, \varepsilon, du) \right\}$ - функціонал
Лапласа, $h(\varepsilon, d, t, \varphi(\cdot)) = M_d \exp \left\{ \int_D \ln \varphi(u) \xi(t, \varepsilon, du) \right\}$ - твірний
функціонал, $\varphi(u) \in \mathfrak{F}$ - вимірна.

$$H(u, \lambda(\cdot)) = \lim_{\tau \rightarrow 0} \frac{K(u, \tau, \lambda(u)) - \lambda(u)}{\tau}, (u \in D, \operatorname{Re} \lambda(u) \leq 0).$$

$$g(t, \lambda(\cdot)) = \int_0^\infty \left(e^{\int_0^\infty \lambda(t) \varphi(dt)} - 1 \right) N(\varphi(dt)),$$

де $\operatorname{Re} \lambda(\cdot) \leq 0$, N - міра. Функція $K(s, t, \lambda(\cdot))$ є логарифмом перетворення Лапласа, деякого нескінченно подільного процесу.

Послідовність функцій $b_1(\varepsilon, u)$ ($u \in D$) такі, що $b_1(\varepsilon, u) \rightarrow \infty$ ($\forall u \in D$) при $\varepsilon \rightarrow 0$ [3]. Вважаємо, що існує деяка міра $q(A)$ така, що $b_1(\varepsilon, u)$ інтегрована відносно цієї міри і $\int_A b_1(\varepsilon, u) q(du) = b(\varepsilon, A)$ ($A \in F$) і $b(\varepsilon, A) \rightarrow \infty$, при $\varepsilon \rightarrow 0$.

Література

1. Севастьянов Б.А. Ветвящиеся процессы. М: Наука, 1971.- 112с.
2. Елейко Я.И. Переходные явления для ветвящихся процессов с произвольным числом типов и дискретным временем. // Укр.мат.ж., 1982, т.34, № 2, С.198-204.
3. Алиев С.А. Предельная теорема для ветвящихся процессов Гальтона-Ватсона с иммиграцией // Укр. Мат. Журнал, Т. 37, №5, 1985.-С.665-669.

ДЕЯКІ ЙМОВІРНІСНІ АСПЕКТИ АНАЛІЗУ КІЛЬКІСНОЇ КОНКУРЕНЦІЇ В УМОВАХ АСИМЕТРИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Єлейко Я.І., Косаревич К.

Львівський національний університет імені Івана Франка

Розглядається модель пошуку рівноваги Курно-Неша в умовах кількісної конкуренції фірм, які виробляють деякий однорідний продукт, за асиметричної невизначеності [1]. В припущенні про випадковість стратегії однієї з фірм здійснюється

відхід від рівномірного розподілу. В той самий час стратегії інших фірм залишаються детермінованими. Досліджується вплив випадкового випуску на сподівані прибутки фірм $E(\pi_i) = E((P - c_i)q_i)$.

Для функції розподілу $F(x)$ випадкового випуску фірми вводиться система умов, виконання яких забезпечує справедливості твердження про напрямок змін в рівновазі Курно-Неша внаслідок введення в модель випадковості, а саме:

Випадковість випуску однієї фірми дає додатковий вигравш її конкурентам, але не самій фірмі. Таким чином, детермінованість випуску має перевагу над випадковістю випуску, а фірма з визначенішим випуском у всіх випадках дістає перевагу відносно фірми з менш визначеним випуском.

Література

1. Горбачук В.М., Гаркуша Н.І. Рівноваги Курно-Неша за асиметричної невизначеності та узагальнені рівноваги Курно-Штакельберга-Неша. – Вісник Київського університету. – 2007. – №1. –с.143-148.

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦІОНАЛУ ВИПЛАТ У ДИСКРЕТНІЙ МОДЕЛІ

Слейко Я.І., Лазарів Т.М.

Львівський національний університет імені Івана Франка

lazariv@rambler.ru

Важливою проблемою на фінансовому ринку в умовах певної нестабільності чи невизначеності є оцінка виплат за опціонами. Слід відзначити, що по даній проблематиці було проведено велику кількість досліджень, за умов стабільності фінансових ринків.

Ми ж розглянемо виплати за Європейським опционом, які залежать від політичних ситуацій, які описуються ланцюгом Маркова $x(t)$ зі скінченною та зліченною множиною станів та дискретним часом.

Метою нашого дослідження є визначення основних математичних характеристик, а саме математичного сподівання, дисперсії та очікуваного ризику для функціоналу

$$f(x(t)) = \int_0^t B(x(s))ds, \text{ де } B(x(s)) - \text{ ціна облігації на фінансовому}$$

ринку.

Розглядаємо модель фінансового ринку, в якій весь часовий інтервал $[0, T]$ розбито на кроки $\frac{T}{n}, \frac{2T}{n}, \dots, \frac{nT}{n}, n \geq 1$ [2]. Використовуючи ергодичну теорему в [1], знаходимо математичне сподівання $f(x(t))$, дисперсію і очікуваний ризик $f(x(t))$.

Література

1. Скороход А.В. Элементы теории вероятностей и случайных процессов. – Київ: Вища школа, 1975. – 294с.
2. Соловейко О. М. Про швидкість збіжності цін бар'єрних опціонів з дискретним та неперервним часом // Теорія ймовірностей та математична статистика. — Київ, 2008. — N79. — С. 155–161.

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦІОНАЛУ ВИПЛАТ У НЕПЕРЕРВНІЙ МОДЕЛІ

Слейко Я.І., Мазур С.М.

Львівський національний університет імені Івана Франка
mazurstepan@rambler.ru

Однією з головних проблем на фінансовому ринку в умовах певної нестабільності чи невизначеності є оцінка виплат за опціонами. Даному питанню було присвячено велику кількість досліджень за умов стабільності фінансових ринків.

В нашій роботі ми розглянемо виплати за Європейським опціоном, які будуть залежати від політичних ситуацій, що моделюються ланцюгом Маркова $x(t)$ зі скінченою та зліченною множиною станів та неперервним часом.

Метою нашого дослідження є визначення основних математичних характеристик, а саме математичного сподівання, дисперсії та очікуваного ризику для функціоналу

$$f(x(t)) = \int_0^t B(x(s))ds, \text{ де } B(x(s)) - \text{ ціна облігації на фінансовому}$$

ринку.

Розглядаємо модель фінансового ринку, в якій весь часовий інтервал $[0, T]$ розбито на кроки $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n, n \geq 1$ [2], які є

випадковими величинами з експоненціальним розподілом $\varepsilon(\lambda_i)$, $i = \overline{1, n}$. Використовуючи ергодичну теорему в [1], знаходимо математичне сподівання $f(x(t))$, дисперсію і очікуваний ризик $f(x(t))$.

Література

1. Скороход А.В. Элементы теории вероятностей и случайных процессов. – Київ: Вища школа, 1975. – 294с.
2. Соловейко О. М. Про швидкість збіжності цін бар'єрних опціонів з дискретним та неперервним часом // Теорія ймовірностей та математична статистика. — Київ, 2008. — N79. — С. 155–161.

ПРО ЗВЕДЕННЯ ЗАДАЧІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДО ЗАДАЧІ МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКУ ПРИ ПОПАРНОМУ ПОРІВНЯННІ АЛЬТЕРНАТИВ

¹Єпик Н.Б., ²Стефанишина Ю.Д., ²Стефанишин Д.В.

¹ Міжнародний економіко-гуманітарний університет
ім. С. Дем'янчука, м. Рівне
natalyaepik0@gmail.com

² Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору НАН України, м. Київ
dvstefanyshyn@yahoo.com, stefanishina@yahoo.com

Розглядається задача багатокритеріальної оптимізації на скінченній множині допустимих альтернатив $\mathbf{A} = \{a_i\}$, $i = \overline{1, n}$:

$$f_k(a_i) \rightarrow \text{extr}, k = \overline{1, p}, i = \overline{1, n}, a_i \in \mathbf{A}, \quad (1)$$

в якій критерії оцінювання альтернатив $f_k(a_i)$, $k = \overline{1, p}$, мають чисельну оцінку і вважаються визначеними [1], кожний з критеріїв оцінювання характеризує деяку локальну властивість альтернативи $a_i \in \mathbf{A}$. Причому, якщо всі критерії $f_1, f_2, \dots, f_p$ досліджуються на мінімум, тобто

$$f_k(a_i) \rightarrow \min, \quad (2)$$

то серед них обов'язково знайдеться хоча б один такий критерій f_q , $q \in \{1, 2, \dots, p\}$, значення якого спадають при зростанні значень інших критеріїв.

Показано, що задача (1) зводиться до наступної задачі оптимізації при попарному порівнянні альтернатив:

$$\mathbf{A}_{opt} = \{a_{i,opt} \mid a_{i,opt} \in \mathbf{A} \wedge r_{i,opt} = \min(r_{ij}, r_{ji}) \forall (a_i, a_j)\},$$

$$i, j = \overline{1, n}, i \neq j, \quad (3)$$

де $\mathbf{A}_{opt}$ – множина оптимальних альтернатив; r_{ij} , r_{ji} – повні ризики, відповідно, альтернативи a_i при її порівнянні з a_j , та альтернативи a_j в порівнянні з a_i :

$$r_{ij} = l_i + g_j, r_{ji} = l_j + g_i. \quad (4)$$

де l_i , l_j та g_i , g_j – в загальному випадку – значення відповідним чином нормованих згорток критеріїв, що мінімізуються та максимізуються, для альтернатив a_i і a_j , відповідно, представлені у формі ризиків: l_i , l_j – власних (системних) ризиків альтернатив a_i , a_j та g_j , g_i – ризиків невикористаних можливостей [2].

При визначенні критеріїв з різними одиницями вимірювання, що мінімізуються та максимізуються, як складових l_i , l_j та g_j , g_i ризиків r_{ij} , r_{ji} зручно застосувати бальний підхід зі зважуванням критеріїв на єдиній логарифмічній шкалі довжиною L :

$$w_{b,L}(f_k) = \mu_L(f_k) \cdot \lg(f_k) + f_{k,0,L}, \quad (5)$$

де $w_{b,L}(f_k)$ – значення критерію f_k у безрозмірному вигляді, бали; $\mu_L(f_k)$, $f_{k,0,L}$ – модуль і нуль-пункт логарифмічної шкали довжиною L для f_k :

$$\mu_L(f_k) = \frac{L}{\lg(f_{k,max}) - \lg(f_{k,min})}, f_{k,0,L} = -\mu_L(f_k) \cdot \lg(f_{k,min}), \quad (6)$$

де $f_{k,max}$, $f_{k,min}$ – максимальне і мінімальне значення критерію f_k , відповідно.

Якщо розглядається задача (2), то спочатку здійснюється упорядкування альтернатив у порядку спадання значень критерію f_q , $q \in \{1, 2, \dots, p\}$. Для упорядкованих таким чином альтернатив вводиться новий критерій

$$\Delta f_q(a_i) = f_q(a_1) - f_q(a_i), \quad (7)$$

якому приписується позитивна якість і який максимізується:

$$\Delta f_q(a_i) \rightarrow \max. \quad (8)$$

Література

1. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения. Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1992. – 504 с.
2. Стефанишин Д.В., Стефанишина Ю.Д. Про попарне порівняння альтернатив в умовах ризику// Problems of decision making under uncertainties (PDMU-2009). Abstracts of Int. Conference. Skhidnytsia, Ukraine, 2009. -P. 181.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ $M^{\theta}/G/1/m$ З ПОРОГОВИМ БЛОКУВАННЯМ ВХІДНОГО ПОТОКУ І ПЕРЕМИКАННЯМИ РЕЖИМІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ Жерновий К.Ю.

Львівський національний університет імені Івана Франка
k_zhernovyi@yahoo.com

За допомогою методу потенціалу, розробленого В.С. Королюком та його учнями [1, 2], досліджено систему обслуговування типу $M^{\theta}/G/1/m$ з груповим надходженням замовлень, перемиканням режимів обслуговування і пороговим блокуванням потоку замовлень.

Нехай $\xi(t)$ – кількість замовлень у системі в момент часу t . Якщо в момент t початку обслуговування чергового замовлення виконується умова $\xi(t) > h$, то починається блокування вхідного потоку, яке триває до моменту t початку обслуговування того замовлення, для якого $\xi(t) \leq h$. Тут h – заданий пороговий рівень блокування ($1 \leq h \leq m-1$). Нехай h_i ($i = \overline{1, r}$) – фіксовані натуральні

числа, які задовольняють умови $h = h_1 < h_2 < \dots < h_r < h_{r+1} = m$. Якщо в момент t початку обслуговування замовлення виконується умова $h_i < \xi(t) \leq h_{i+1}$ ($i = \overline{1, r}$), то часу обслуговування цього замовлення відповідає функція розподілу $F_i(t)$. Якщо $1 \leq \xi(t) \leq h = h_1$, то час обслуговування замовлення розподілений за законом $F(t)$ (основний режим обслуговування).

Знайдено перетворення Лапласа для розподілу кількості замовлень у системі на періоді зайнятості і для функції розподілу періоду зайнятості, визначена середня тривалість періоду зайнятості, отримано формули для ергодичного розподілу кількості замовлень у системі (включаючи випадок $m = \infty$). Запропоновано ефективний алгоритм обчислення ергодичного розподілу, рекурентні співвідношення якого не залежать явно від m .

Література

1. Корольук В.С. Граничные задачи для сложных пуассоновских процессов. – Киев: Наукова думка, 1975. – 138 с.
2. Bratiychuk M., Borowska B. Explicit formulae and convergence rate for the system $M^a/G/1/N$ as $N \rightarrow \infty$ // Stochastic models. – 2002. – Vol. 18, No 1. – P. 71-84.

ЕЛЕМЕНТИ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ ПИТАНЬ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ В СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ "VITAVA" НА ПРИКЛАДІ КУРСУ "СОЦІАЛЬНА СТАТИСТИКА"

Жирицький В.П.
v.zhiritskiy@gmail.com

На початковому етапі розвитку дистанційного навчання в Україні, в умовах відсутності інформації і досвіду навчання в середовищі Internet, більшість ВУЗів розробляли власні сайти для підтримки мережевого навчання. Здебільшого це були електронні копії навчально-методичних матеріалів. Більшпросунуті системи дозволяли реалізувати деякі елементи освітнього процесу, такі як засоби спілкування між учнями та викладачами, елементи документообігу, тестування і т.д. Сьогодні відомо багато таких систем, але основним недоліком є їх слабка інтероперабельність.

Ми зупинимось на інтероперабельності важливого елемента системи дистанційного навчання – питання тестових завдань, оскільки комп'ютерне тестування є стандартизованим і об'єктивним методом контролю і оцінки знань студентів. Цей процес забезпечує збір інформації як про успішність засвоєння студентами навчального матеріалу, так і про його якість. Зібрана інформація за допомогою статистичної обробки даних дозволяє приймати рішення щодо успішності групи, в якій навчається студент, вдосконалення навчального матеріалу і питань тестових завдань.

В процесі підготовки тестових завдань тьютор стикається з трудомісткістю процесу введення питань тестових завдань і неможливістю їх повторного використання в інших системах дистанційного навчання. Вирішення проблеми інтероперабельності питань тестових завдань дозволить зменшити витрати часу на їх підготовку і зосередити увагу тьютора на якості питань тестових завдань.

Проблема інтероперабельності вирішується за рахунок стандартизації питань тестових завдань та використання міжнародних стандартів обміну між системами дистанційного навчання. Звісно, що системи дистанційного навчання повинні розроблятися з врахуванням цих стандартів. Сьогодні системи дистанційного навчання частково підтримують міжнародні стандарти, а частково пропонують свої формати обміну тестовими завданнями.

Так, у системі дистанційного навчання «VITAVA» реалізована підтримка міжнародного стандарту IMS QTI 2.1 PublicDraft (revision 2), який є найновішим досягненням IMS Global Learning Consortium і в майбутньому буде підтримуватись провідними системами дистанційного навчання.

Специфікація консорціуму IMS QTI (Question and Test Interoperability – уніфіковані питання і тести) визначає стандартний формат для представлення тестових завдань, оцінки і результатів, який підтримує обмін матеріалами між системами дистанційного навчання. Формат дозволяє обмінюватись матеріалами, гарантуючи їх незмінність і однозначне трактування.

Специфікація містить модель даних, яка описує структуру питань, оцінку і результати питань в форматі XML даних. Частіше

всього специфікація використовується в частині опису питань. В оціночній частині і частині результатів специфікація використовується набагато рідше.

В системі дистанційного навчання «VITAVA» на прикладі курсу «Соціальна статистика» реалізована модель даних, яка описує питання тестових завдань і дозволяє виконувати операції експорту і імпорту питань тестових завдань.

Такий підхід надає можливість обмінюватись питаннями тестових завдань, підготовленими у системі дистанційного навчання «VITAVA» з іншими системами дистанційного навчання, які підтримують стандарт IMSQTI 2.1 і вирішує проблему інтероперабельності.

Література

1 Інформаційний сайт специфікації IMS QTI [Електронний ресурс]
Режим доступу: <http://www.msglobal.org>

2 Інформаційний сайт СДН «VITAVA» [Електронний ресурс]
Режим доступу: <http://www.sdn.vitava.com.ua/>

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВЕРИФІКАЦІЯ КОМУНІКАЦІЙНИХ ПРОТОКОЛІВ, ПРЕДСТАВЛЕНИХ НА МОВІ SDL, ЗА ДОПОМОГОЮ МЕРЕЖ ПЕТРІ ВИСОКОГО РІВНЯ

Заболотна А.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ZabolotnaA@gmail.com

Робота присвячена дослідженню проблеми автоматичної побудови мережевих моделей SDL-специфікацій динамічних систем за допомогою модифікованих кольорових мереж Петрі.

Мережева модель створюється за допомогою поетапного уточнення. На першому етапі будується мережа, яка розташовується на першій сторінці, відповідає основній структурі системи і містить по одному переходу для кожного блоку. Кожний канал, пов'язаний з блоком, представляється у мережі одним або двома місцями - чергами, залежно від того, був він одно - або двонаправленим. Фішки в отриманих місцях можуть приймати значення з безлічі кольорів, які визначаються сигналами, що передаються по відповідних каналах. Спочатку всі місця, породжені за описами каналів, мають нульову розмітку. З'єднання

переходів та місць здійснюється дугами, напрямок яких співпадає з напрямом передачі повідомлень.

На другому етапі здійснюється трансляція блоку, яка відбувається таким же чином, що і трансляція всієї системи в цілому. Переходи, побудовані на першому етапі, замінюються підмережами, які відповідають розбиттю блоку і розташовуються на пов'язаній з цим переходом підсторінці. При трансляції блоку, що складається з підблоків і внутрішніх каналів, кожному підблоку в підмережі відповідає один перехід, кожному внутрішньому каналу - одне або два місця-черги, залежно від того, одно- чи двонаправлений канал. Кожному екземпляру процесу відповідає один перехід, кожному маршруту - одне або два місця-черги, залежно від того, який маршрут - одно- або двонаправлений.

У результаті роботи алгоритму створюється така мережева модель, в якій в кожному місці буде містити не більше однієї фішки, що моделює деякий екземпляр процесу. Це факт дозволяє істотно підвищити ефективність моделювання, тому що істотно зменшує перебір варіантів зв'язування змінних.

МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ З ЗАСТОСУВАННЯМ КЕРОВАНИХ МАРКІВСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

Заболотний І.В., Шпак П.Р.

Львівський національний університет імені Івана Франка

ihorzabolotnyy@gmail.com

Керовані марковські процеси виникають в нарізно-манітніших сферах економіки, зокрема для економічного планування роботи окремого підприємства, галузі або всього народного господарства. Це пов'язано із тим, що не завжди прийняті керівником рішення дають однозначний результат. Не можна нехтувати впливом великої кількості факторів, яку не можна точно передбачити наперед. тому важливо вносити в модель деяку невизначеність. Також будемо вважати, що система не залежить від попередніх керувань, тобто розглядати керований марковський процес.

Будемо розглядати деякий виробничий процес, який суттєво залежить від кількості працівників.

Припустимо в початковий момент в нас є n працівників. Також припускаємо, що кількість робочих місць обмежена $m > n$ і на розглядуваному проміжку немає можливості для розширення. Розглядаємо модель з дискретним часом. Управлінням в цій моделі є звільнення чи прийом на роботу працівників. Простір керувань складається із $m+1$ елементів, де j керування означає, що на наступний відрізок часу ми наймаємо j робітників. Залежно від сприятливості чи не сприятливості факторів, на які ми не маємо впливу ми можемо при кожному керуванні виділити певну кількість (k) станів системи із різними прибутками(втратами). Таким чином в кожен момент часу $t > 0$ ми маємо простір станів із km елементів. Наша мета – знайти керування, яке б максимізувало прибуток.

Рівняння оптимальності буде мати вигляд [1]:

$$v_{t-1} = Vu_t, u_t = Uv_t \quad (1 \leq t \leq n),$$

де

$$U_t f(a) = q_t(a) + \sum_{y \in X_t} p_t(y | a) f(y), (a \in A_t),$$

$$V_t g(x) = \sup_{A(x)} g(a), (x \in X_{t-1}),$$

і $v_n = r$.

Розв'язавши рекурентні рівняння для побудованого процесу, ми можемо знайти оптимальне управління.

Література

1. Дынкин Е.Б., Юшкевич А.А. Управляемые марковские процессы и их приложения. – Москва: Наука, 1975. – 338с.

МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ VaR КУРСІВ ВАЛЮТ (ДОСВІД 2008-2009)

Заболоцький Т.М.

Львівський інститут банківської справи Університету банківської
справи Національного банку України (м. Київ)

zjabka@yahoo.com

Обчислення, тобто чисельне представлення ризику, є достатньо важкою задачею, оскільки немає однозначного означення ризику. За нормами Базельського комітету ризику обчислюються на основі так званого *Value-at-Risk* з певним рівнем довіри α (надалі VaR_α). VaR_α показує мінімальні втрати з імовірністю $1 - \alpha$ ([1]), тобто є $1 - \alpha$ квантиллю розподілу функції втрат. Очевидно, що знаючи розподіл втрат, не важко обчислити і сам ризик. Проте, на практиці даний розподіл є невідомим.

В даній роботі розглядаються різні методи оцінки VaR_α для курсів валют (емпіричний, дельта нормальний методи та метод Монте-Карло з двома різними припущеннями) та порівнюються їх поведінки в “спокійні” та кризові періоди. Показано на основі реальних курсів валют, що на даний момент метод Монте-Карло на основі узагальненої авторегресійної моделі умовної гетероскедастичності ([2]) для обчислення VaR_α є найкращим серед всіх розглянутих методів. Проте, в кризові періоди часу, наприклад кінець 2008 – початок 2009 року, даний метод істотно недооцінює ризику валютних курсів. Найкраще проявив себе метод Монте-Карло на основі інтегрованої узагальненої авторегресійної моделі умовної гетероскедастичності, яка характерна тим, що безумовна дисперсія в цьому випадку дорівнює ∞ . Варто зазначити, що узагальнена авторегресійна модель умовної гетероскедастичності не лише показала добрі результати в “спокійні” періоди, а також дала змогу на основі оцінок своїх параметрів передбачити кризові явища та перейти до використання методу Монте-Карло на основі інтегрованої моделі для обчислення VaR_α курсів валют.

Література

1. Jorion P. Value at Risk. – McGraw-Hill Professional, 2002. – 544 p.
2. Andersen T.G., Davis R.A., Kreiss J.-P., Mikosch T. Handbook of financial time series.–Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.–1050 p.

**ПАРЕТО-ОПТИМАЛЬНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ЗОБРАЖЕННЯ
ОБ'ЄКТА, СФОРМОВАНОГО ОПТИЧНОЮ СИСТЕМОЮ, В
УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

Заворотний А.Л., Касьянюк В.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
veda.sia@mail.ru

Розглядається оптична система така, що освітлення в площині об'єкта зосереджене в кінцевій області D та є когерентним. D – область, в якій освітлення відмінне від нуля. Задачу оптимальної інтерполяції амплітуди зображення будемо розуміти як задачу побудови оптимальних в певному сенсі оцінок функціоналу вигляду

$$\Pi_z u = \int_D g(z, t) u(t) dt \quad (1)$$

за скінченною множиною збурених даних $y_k = \int_D g(z_k, t) u(t) dt + \nu_k$,

що отримані у скінченній множині точок z_k , $k = \overline{1, n}$. В (1) $g(z, t) \in L_2[D]$ – відоме «відображуюче ядро» в деякій фіксованій точці z , $u(t) \in L_2[D]$ – невідома амплітуда об'єкта. Амплітуди зображення y_k в точках z_k , $k = \overline{1, n}$ спотворені нечіткими похибками $\nu = (\nu_1, \dots, \nu_n)^T$, для яких відомий розподіл нечіткого елемента $\nu - \varphi^\nu(\cdot): \mathbb{C}^n \rightarrow L$ такий, що більшому шуму відповідає менша можливість [1].

В результаті розв'язання даної задачі методами, запропонованими в [2], виявлено зв'язок отриманого розв'язку з результатами розв'язання аналогічної задачі при випадкових шумах в даних [3].

Література

1. Пытьев Ю.П. Возможность. Элементы теории и применения. – М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 192 с.
2. Заворотний А.Л. Теоретико-можливісний підхід до задачі редукції спотвореного значення лінійного оператора до значення іншого лінійного оператора // Київ, Вісник КНУ, серія фізико-математичні науки. – 2005. – №3. – С. 268-274.
3. Заворотний А.Л., Касьянюк В.С. Парето-оптимальна інтерполяція зображення об'єкта, сформованого оптичною

ПРОБЛЕМИ КЕРУВАННЯ КРИПТОАНАЛІТИЧНИМИ ГРІД-СИСТЕМАМИ НА БАЗІ МОБІЛЬНИХ АГЕНТІВ

Загородна Н.В., Лупенко С.А., Луцків А.М.

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя
I.landriy@gmail.com

Грід-мережа мобільних агентів складається з:

- 1) деякої множини обчислювальних вузлів, обладнаних nVidia CUDA-сумісними платами з різною продуктивністю та з різними параметрами доступу до мереж передачі даних;
- 2) централізованого сховища вхідних, проміжних та результуючих даних (використовується система Apache Hadoop);
- 3) центрального вузла керування.

Програмне забезпечення грід-мережі реалізовано на основі технології JAVA. Кожен вузол мережі, по-суті, є мобільним агентом і виконує частину обчислювальної криптоаналітичної задачі. Функціональність мобільного агента забезпечується JAVA Aglets- платформою для мобільних агентів, робота з CUDA-сумісними платами здійснюється засобами бібліотеки jCUDA (JOCL); взаємодія вузлів відбувається засобами RMI/SSL. Програмне забезпечення мобільних агентів також здійснює самодіагностику обчислювальних вузлів та перевіряє можливості виконання обчислювальної задачі. У випадку збоїв мобільний агент мігрує на інший обчислювальний вузол і виконує там поставлену задачу.

Функціонування центрального вузла керування реалізується програмним забезпеченням, яке виконується на сервері програм GlassFish Server. Задачі центрального вузла керування полягають у формуванні та постановці на виконання обчислювальної задачі, формуванні обчислювальної мережі під дану задачу.

Така обчислювальна мережа буде ситуативною і формуватиметься керуючим вузлом за критеріями технічних особливостей обчислювальних засобів (швидкістю передачі даних між обчислювальними вузлами; швидкістю доступу до централізованого сховища даних; продуктивністю процесорних

систем обчислювальних вузлів тощо) та методів (типу досліджуваного криптографічного алгоритму; типу методу криптоаналізу; вхідних даних криптоаналізу).

Розробка алгоритмів роботи керуючого вузла та мобільних агентів полягає в розв'язанні багатокритеріальної задачі оптимізації, а грид-мережа є самоорганізованою мережею.

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ЕКОСИСТЕМ

Загородній Ю.В.¹, Вітер А.В.²

¹) Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

²) Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України,
yuzagor@ukr.net, viter_a@ukr.net

Експертна система розробляється як програма, яка поводить себе ніби експерт найчастіше в вузькій прикладній області [1].

Сьогодні екосистема як система взаємовідношень продуцентів органічної речовини, гетеротрофних організмів й абіотичного середовища через потоки речовин та енергії [2] недостатньо формалізована і структурована з точки зору системного аналізу.

Експертна система (ЕС) має враховувати складність, структурну різноманітність та синергетичну властивість до самоорганізації екосистеми. Вхідною інформацією (фактами, даними) такої ЕС є види організмів екосистеми та їх кількісні ознаки, ресурси їх життєдіяльності та умови росту і розвитку. В зв'язку зі складністю проведення екологічного моніторингу, ЕС має працювати лише з доступною інформацією, тобто, в умовах не повної визначеності. Вихідною інформацією (цілями, гіпотезами) слугують ресурси, що є результатом функціонування організмів (наприклад, біомаса) та функції організмів, які змінюють стан середовища (наприклад, виділення певних хімічних речовин або землерийна і гніздобудівельна активності) [3].

Цікавим є здатність ЕС створювати функціональний портрет різних видів організмів. Функціональним портретом є диференційована за біологічних віком візуалізація залежності результатів функціонування організмів від факторів життєдіяльності.

В доповіді будуть наведені приклади та основні закономірності функціонування ЕС, а також можливість її

використання в оцінці стану екосистем та задачах управління їх функціонуванням.

Література

1. Чернышев О.Г. Программирование в логике. – Омск: Изд-во ОмГУ, 2004.-64с.
2. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология: особи, популяции и сообщества / пер. с англ.: в 2 т. – М.: Мир, 1989 . – Т. 2. – 477 с.
3. Покаржевский А.Д. Геохимическая экология наземных животных / Отв. ред. Д.А.Криволицкий. – М.: Наука, 1985. – 300 с.

АНАЛІЗ МОДЕЛІ ДЕМОГРАФІЧНОЇ ДИНАМІКИ З ВРАХУВАННЯМ ФУНКЦІЇ ДОБРОБУТУ

Загородній Ю.В., Касян В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

yuzagor@ukr.net, vichka_my@ukr.net

Аналізуючи динаміку демографічних процесів в Україні ми будемо використовувати такі важливі показники, як $n(t, \tau)$ - функція густини розподілу населення за параметром віку $\tau > 0$ в час $t \in [0, T]$, $T > 0$, вікова структура населення, показник природного приросту, $w(\tau)$ - функція рівня добробуту.

Модель динаміки населення з неперервним віком має вигляд [1, 2]:

$$\begin{cases} \frac{\partial n(t, \tau)}{\partial t} = -l(t) \frac{\partial n(t, \tau)}{\partial \tau} - s(t)n(t, \tau) \\ n(t, 0) = \int_0^{\infty} q(t, \tau)n(t, \tau)d\tau \\ n(0, \tau) = \varphi(\tau) \end{cases} \quad (1)$$

Тоді загальна кількість населення в час t визначається як

$$N(t) = \int_0^{\infty} n(t, \tau)d\tau,$$

а функція загального добробуту виду $k = 1, 2, 3, 4$

$$W_k(t) = \int_0^{\infty} n(t, \tau) w_k(\tau) d\tau,$$

де $0 \leq w_k(\tau) \leq 1$ - функція добробуту виду k для населення віку τ .

Для параметричної ідентифікації моделі (1), яка описує і прогнозує динаміку населення України протягом 2000-2015 років [3,4], введені наступні функції дорослішання, смертності, репродукції та початкового розподілу:

$$l(t) = l_0 + l_1 t, \quad s(t) = s_0 + s_1 t,$$

$$q(t, \tau) = \begin{cases} 0, & \tau < \tau_r \\ q_0(\tau - \tau_r) \exp(-\alpha \tau), & \tau \geq \tau_r \end{cases},$$

$$\varphi(\tau) = \varphi_1 \exp(-\beta_1 \tau) + \varphi_2 \exp(-\beta_2 \tau)$$

з наступними сталими дійсними параметрами

$$l_0, l_1, s_0, s_1, q_0, \varphi_1, \varphi_2, \alpha, \beta_1, \beta_2.$$

Для ідентифікації та дослідження моделі був розроблений алгоритм чисельних експериментів в середовищі Microsoft Visual Basic на основі відомих методів оптимізації [5]. При дослідженні розглядалися 4 типи функції добробуту населення: матеріальний добробут, духовний, соціальний, суспільний. За допомогою функції добробуту населення можна впливати на динаміку населення. Коефіцієнт чутливості параметрів моделі до значень функції добробуту приблизно дорівнює 1,3%. Була проведена оцінка чутливості моделі до зміни параметрів. Ефективність числової моделі для України становить 98,7%. Модель дає прогноз на короткий період (до 5 років). В моделі враховувався лише природний рух населення, міграція населення не розглядалася.

Література

1. Кадієвський В.А., Загородній Ю.В. Моделювання демографічних процесів в умовах дії небезпек різної природи // Серія: Економіка та підприємництво. – 2005. - №2. – с.63-67.
2. Динамическая теория биологических популяций / под. ред. Полуэктова Р.А. - М.: Наука, 1974. - 456с.
3. Староверов О.В. Азы математической демографии. - М.: Наука, 1997. - 158с.
4. www.ukrstat.gov.ua

5. Бейко И. В., Бублик Б. Н., Зинько П. Н. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации. – К.: Вища школа. Головное издательство, 1983. – 512с.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ СОЦІАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В МАЛИХ МІСТАХ І СЕЛИЩАХ УКРАЇНИ

Заславська О.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

zasla@univ.kiev.ua

Тенденції економічного та соціального розвитку малих міст і селищ України аналізуються в рамках моніторингу, який здійснюється щорічно Мінрегіонбудом [1]. За результатами моніторингу формується оцінка соціально-економічного стану малих міст і селищ.

Значну частку серед показників моніторингу становлять показники, що характеризують розвиток соціальної інфраструктури в сферах житлово-комунального господарства, освіти та дошкільного виховання, охорони здоров'я, культури, відпочинку та дозвілля, транспорту, комунікацій, спорту та туризму. Серед показників є як загальні кількості закладів, розміщених на кожній з територій, так і частки забезпеченості певними видами закладів. Це надає можливість сформулювати критерії, що показують віддаленість значень показників розвитку окремих територій від цільових значень.

В даній роботі пропонується формальна постановка задачі дискретної оптимізації, на основі якої приймаються рішення про розвиток соціальної інфраструктури. Особливостями задачі є наявність: бульових та цілочисельних змінних; балансних та інтервальних (для цілочисельних змінних) обмежень; ресурсних обмежень; а також нелінійність цільової функції та обмежень.

Для розв'язування сформульованої задачі дискретної оптимізації пропонується використати модифікацію алгоритму, запропонованого раніше для розв'язування задачі про посередника [2].

Література

1. Постанова Кабінету Міністрів України № 288 від 02.04.2009
”Про моніторинг соціально-економічного розвитку малих міст і

селищ”

2. Заславська О.В. Декомпозиційний алгоритм оптимізації прибутку посередника // Вісн. Київськ. ун-ту. Сер.: фіз.-мат. науки.–2005.–№4.

ГАЗОТРАНСПОРТНА СИСТЕМА ЯК СКЛАДОВА КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ КРАЇНИ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ

Заславський В.А., Мова С.О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

zas@unicyb.kiev.ua, movas_o@ukr.net

В багатьох країнах ЄС, США та інших державах для систематизації та науково-технічного супроводження особливо важливих та потенційно небезпечних об'єктів введено поняття «критичної інфраструктури». Згідно з документом [1] під цим поняттям розуміється «сукупність фізичних або віртуальних систем та засобів, настільки важливих для країни, що вихід їх з ладу або знищення може призвести до згубних наслідків в сфері економіки, охорони здоров'я, безпеки нації та оборони».

За даними «Green Paper», до секторів критичної інфраструктури входять: енергетика, ядерна промисловість, інформаційні та телекомунікаційні технології, водні ресурси, охорона здоров'я та якісне харчування, банківська справа, транспорт, хімічна промисловість, космічна галузь, дослідницькі центри [2]. Сучасний етап сталого розвитку виділяє енергетику як один із найважливіших секторів критичної інфраструктури від якого залежить майбутнє економічне зростання та соціальний розвиток, технологічні процеси, конкурентоспроможність промисловості, сільського господарства та транспорту [3].

Газотранспортна система України є однією з найбільших в світі життєвих артерій яка забезпечує природнім газом споживачів в Україні, а також транзит газу через територію України в країни Західної та Центральної Європи. Основний об'єм експортних поставок природного газу здійснюється з Росії та Середньої Азії. Головними транзитними шляхами газотранспортної системи є магістральні газопроводи «Союз», Урегной – Помари – Ужгород, «Прогрес» та система газопроводів Єлець – Кременчук – Ананіїв –

Ізмаїл. В той же час українська газотранспортна система є однією із найстаріших у Європі. Понад 29% газопроводів відпрацювали свій амортизаційний термін, 31% експлуатуються вже від 21 до 33 років. Однією із основних проблем є старіння та значне зношення обладнання газотранспортних систем, що впливає на надійність газопостачання та безпечне функціонування комплексів. Основною причиною відмов газопроводів є корозія (воднева, сірководнева, низькотемпературна тощо), рідше – дефекти металу труб і зварювальних з'єднань, брак будівельно-монтажних робіт, механічні пошкодження, порушення правил експлуатації та техніки безпеки, втручання населення тощо. Все це призводить до виникнення аварійних ситуацій, руйнування, наслідки та збитки від яких мають політичні, соціальні та значні економічні наслідки.

За даними Європейської організації EGIG [4], яка співпрацює з дев'ятьма найбільшими газотранспортними підприємствами Західної Європи і з 1970р. накопичує дані щодо відмов газопроводів від загальної кількості відмов витоків складають 72%, 28% - розриви. При цьому причиною 92% відмов (витоків) є корозія, а 8% розрив труб.

Загрозами для газотранспортних систем є: природні явища (землетруси, повені, урагани, пожежі та ін.), технічні відмови, помилки персоналу, можливості злочинних дій та тероризм.

У доповіді розглядаються проблеми науково-технічного супроводження газотранспортних систем та рекомендації по їх безпечному функціонуванню які включають: виявлення ризиків, аналіз вразливості та критичності елементів, проведення аналізу небезпеки та наслідків для підприємства, які витікають з існуючих загроз, надійності, погодження та визначення необхідного рівня захисту та його конфіденційність. Важливою складовою ризик менеджменту є проблеми внутрішньої безпеки системи, що вимагає систематичного контролю критичних зон системи і устаткування з метою з'ясування стану та своєчасного проведення технічного обслуговування та заміन, оскільки це може приводити до збоїв в експлуатації обладнання або його повного чи часткового руйнування з негативними економічними та екологічними наслідками.

Література

1. The USA PATRIOT Act of 2001 (P.L. 107-56 Section 1016e).

2. Green Paper on a European Programme for Critical Infrastructure Protection (COM (2005)576 Final), (Brussels: Commission of the European Communities, 17 November 2005).
3. Мала гірнича енциклопедія. В 3-х т./ За ред. В. С. Білецького. - Донецьк: «Донбас», 2004.
4. <http://www.egig.nl/>

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ РИЗИКУ ЗА УМОВ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ПОТОКІВ НАДХОДЖЕНЬ

Звізло М.Р.

Львівський національний університет імені Івана Франка
zvmax@i.ua

В умовах великої конкуренції страхових компаній на ринку страхових послуг виникає потреба розробки і впровадження все нових і нових страхових продуктів з метою притягнення до себе клієнтів. Це в свою чергу видозмінює процес надходжень і виплат страхової компанії, що приводить до розгляду побудови і аналізу процесів ризику, відмінних від класичних. Тому актуальність даної проблеми є на часі. В роботі розглядається наступна модель фінансового ризику страхової компанії: нехай процес ризику задається наступним чином

$$R_t(u) = u - U_t + A_t,$$

де $u \geq 0$ – початковий капітал страхової компанії в момент часу $t = 0$;

U_t , – узагальнений Пуассонівський процес[1,2], A_t – процес відновлення з розподілом F_A .

Позначимо через $\tau = \inf \{t > 0 : R_t(u) < 0\}$ момент банкрутства страхової компанії з початковим капіталом $u \geq 0$. Вважатимемо, що $\tau(u) = +\infty$, якщо $R_t \geq 0 \forall t > 0$.

Використовуючи теорію відновлення та властивості узагальненого Пуассонівського процесу знаходиться оцінка моменту банкрутства та розміру збитків страхової компанії.

Література

1. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. – Москва: Мир, 1967.

ОПТИМАЛЬНІ СТРАТЕГІЇ В ЛІНІЙНО-КВАДРАТИЧНИХ ДИНАМІЧНИХ ІГРАХ ЗА УМОВ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Зеленський С. В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
sconsul@inbox.ru

У процесі прийняття рішень в дворівневих системах зазвичай виникають численні труднощі, пов'язані як зі специфікою суб'єктів дослідження так і з високою ступінню невизначеності, що обумовлена недостатньою інформацією для обґрунтованого ухвалення рішення.

Розглядається дворівнева динамічна гра між суб'єктами з різною поінформованістю. Гравці вибирають оптимальні вектори u , v , при невідомих параметрах d_1 , d_2 . Причому параметр d_2 може бути відомим для першого гравця:

$$\frac{dx}{dt} = A_1x + B_1u + C_1v + d_1; x(0)=x_0;$$

$$\frac{dy}{dt} = A_2y + B_2u + C_2v + d_2; y(0)=y_0.$$

Критерії оптимальності для гравців:

$$I_1 = \|x(T) - x_s\|^2 + \alpha \int_0^T (u, u) dt \quad \text{та} \quad I_2 = \|y(T) - y_s\|^2 + \beta \int_0^T (v, v) dt$$

відповідно.

Теорія прийняття рішень використовує різні процедури, що дозволяють формалізувати вибір оптимальних векторів v та u (при наявності певних гіпотез про v). Для їх обчислення застосовується поняття оптимальних за Штакельбергом стратегій.

Література

1. Зенкевич Н.А., Петросян Л.А., Янг Д.В.К., Динамические игры и их приложения в менеджменте, - Ст-Пб., «Высшая школа менеджмента», 2009.
2. Kogan K., Tapiero C.S., Supply chain games: operations management and risk valuation, - N-Y, Springer, 2007.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ КОЛИВАЛЬНИХ СИСТЕМ ПРИ ОБМЕЖЕНОМУ ЗБУДЖЕННІ

Зінько П.М.¹, Печерний В.А.²

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка

²Інформаційно-обчислювальний центр МСП України

zinko@unicyb.kiev.ua, pechernyi@ioc.gov.ua

При проектуванні складних технічних систем широко застосовуються різноманітні конструктивні елементи, які представляють собою коливальні системи із обмеженим збудженням. Узагальнена структурна модель коливальної системи при обмеженому збудженні може бути записана наступним чином:

$$\langle S, L, r_D, r_F \rangle,$$

де S – джерело збудження коливень, L – коливальне навантаження. Між елементами системи встановлюються два типи зв'язку: прямий r_D – збудження коливень та обернений r_F – зворотний вплив коливень на джерело збудження (рис. 1).

В таких системах потужність джерела збудження коливень є обмеженою та порівняною за величиною з потужністю, що споживається коливальним навантаженням. В такому випадку врахування оберненого зв'язку r_F є

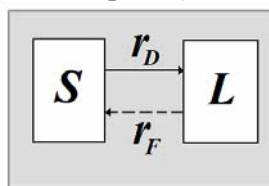


Рис. 1

обов'язковим для забезпечення адекватності моделі [1].

Із застосуванням описаного підходу в [1] побудовані математичні моделі електропружних, маятникових та гідродинамічних систем при обмеженому збудженні. Такі математичні моделі записуються системами автономних диференціальних рівнянь

$$\frac{dX}{dt} = F(X) - U(Y), \quad \frac{dY}{dt} = G(Y, X), \quad (1)$$

де фазовий вектор $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ описує режим функціонування джерела збудження, $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ описує режим коливень, F, G – нелінійні вектор-функції розмірності n та m відповідно,

U – вектор-функція розмірності n , яка забезпечує врахування оберненого зв'язку r_F .

Для числового розв'язування системи

$$\frac{dz(t)}{dt} = F(z(t), t), \quad z(0) = z^0,$$

де $z = (X, Y)^T$ використовується метод, що оснований на розв'язуючих операторах і формулі Тейлора [2,3]:

$$z(t+h) = z(t) + \frac{h}{12} \left\{ 6F(z(t), t) + 6F(p(t+h), t+h) - \right. \\ \left. - h \left[\frac{\partial F(p(t+h), t+h)}{\partial t} - F(p(t+h), t+h) + 2hz''(t) \right] \right\}, \quad (2)$$

$$\text{де } z'(t) = F(z(t), t), \quad z''(t) = F'_z(z(t), t)F(z(t), t) + \frac{\partial F(z(t), t)}{\partial t},$$

$$p(\eta) = z(t) + (\eta - t)z'(t) + \frac{1}{2!}(\eta - t)^2 z''(t), \quad \eta \in [t, t+h].$$

Література

1. Краснопольская Т.С., Швец А.Ю. Регулярная и хаотическая динамика систем с ограниченным возбуждением. – М. –Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2008. – 280 с.
2. Зінько П.М. Методи наближеного розв'язування задач Коші, які використовують розв'язуючі оператори і формулу Тейлора // Обчислювальна і прикладна математика. –1997. –вип.1. –с.54–59.
3. Зінько П.М., Чабан А.В. Числовий алгоритм для математичної моделі лінійного вузла електричного навантаження // Проблеми прийняття рішень в умовах невизначеності (PDMU–2010): міжнар. наук. конф., 17-21 травня 2010 р.: тези доповідей. – XV., 2010. – с.84-86.

ЗАДАЧА ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ ЛИНЕЙНОГО СТАЦИОНАРНОГО УРАВНЕНИЯ КВАЗИОПТИКИ СО СЛАБЫМ ОБОБЩЕННЫМ РЕШЕНИЕМ

¹Искендеров А.Д., ²Ягубов Г.Я., ³Ибрагимов Н.С.

¹Ленкоранский государственный университет, Азербайджан

²Кавказский университет, Турция

³Бакинский государственный университет, Азербайджан

¹office@lsu.edu.az , ²gabilya@mail.ru ,

³natiq_ibrahimov@mail.ru

Пусть D - ограниченная область n - мерного евклидова пространства E_n , Γ - граница области D , которая предполагается достаточно гладкой, $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in D$, $0 \leq z \leq L, L > 0$ – заданное число, $\Omega_z = D \times (0, z)$, $\Omega = \Omega_L$, $S = \Gamma \times (0, L)$.

Рассмотрим систему распределения световых пучков в неоднородной среде, состояние которой описывается следующим уравнением квазиоптики [1]:

$$i \frac{\partial \psi}{\partial t} + a_0 \Delta \psi - a(x) \psi + v_0(z) \psi + i v_1(z) \psi = f(x, z), (x, z) \in \Omega, \quad (1)$$

со следующими начальным и краевым условиями:

$$\psi(x, 0) = \varphi(x), x \in D, \frac{\partial \psi}{\partial \nu} \Big|_S = 0, \quad (2)$$

где $i = \sqrt{-1}$, Δ – оператор Лапласа, ν – внешняя нормаль границы Γ , $\psi = \psi(x, z)$ – волновая функция или комплексная амплитуда электрического поля волны, распространяющиеся вдоль оси z , a_0 – заданное число, $a(x)$ – заданная вещественнозначная измеримая ограниченная функция, удовлетворяющая условию:

$$0 < \mu_0 \leq a(x) \leq \mu_1, \forall x \in D, \mu_0, \mu_1 = \text{const} > 0;$$

$f(x, z)$ – заданная комплекснозначная измеримая функция, удовлетворяющая условию:

$$f \in L_2(\Omega)$$

$v_0(z), v_1(z)$ – неизвестные показатели преломления и поглощения среды распространения, а $\varphi(x)$ – неизвестный начальный фазовый профиль распределения, $\varphi(x) = \varphi_0(x) + i\varphi_1(x)$.

Наша цель заключается в определении неизвестных коэффициентов $v_0(z), v_1(z)$ и компонентов $\varphi_0(x), \varphi_1(x)$ начального фазового профиля распределения на основе получения заданного распределения $y = y(x)$ световых волн в области исследования, расположенного на расстоянии $z = L$ от передающего объекта, то есть на основе дополнительной информации:

$$\psi(x, L) = y(x), x \in D, \quad (3)$$

где $y = y(x)$ – заданная комплекснозначная функция из $L_2(D)$.

Пусть $v = (v_0, v_1, \varphi_0, \varphi_1)$, где $v_0 = v_0(z), v_1 = v_1(z), \varphi_0 = \varphi_0(x) = \operatorname{Re} \varphi(x), \varphi_1 = \varphi_1(x) = \operatorname{Im} \varphi(x)$.

Элемент v будет отыскан на множестве:

$$V \equiv \{v = (v_0, v_1, \varphi_0, \varphi_1) : v_m = v_m(z), \|v_m\|_{L_2(0,L)} \leq b_m, \varphi_m = \varphi_m(x), \\ \| \varphi_m \|_{L_2(D)} \leq d_m, m = 0, 1, v_1(z) \geq \tilde{b}_1 > 0, \forall z \in (0, L)\},$$

где $b_m, d_m, m = 0, 1, \tilde{b}_1$ – заданные положительные числа. Это множество будем называть множеством допустимых элементов. Определение $v = (v_0, v_1, \varphi_0, \varphi_1)$ из множества V при условиях (1)-(3) является задачей идентификации по финальному наблюдению для уравнения квазиоптики вида (1). Вариационная формулировка этой задачи заключается в минимизации функционала:

$$J_\alpha(v) = \|\psi(\cdot, L) - y\|_{L_2(D)}^2 + \alpha \|v - \omega\|_H^2 \quad (4)$$

на множестве V при условиях (1),(2), где $\alpha \geq 0$ – заданное число, $\omega = (\omega_0, \omega_1, \tilde{\omega}_0, \tilde{\omega}_1) \in H$ – заданный элемент, $H \equiv (L_2(0, L))^2 \times (L_2(D))^2$.

Задачу об определении функции $\psi = \psi(x, z) \equiv \psi(x, z; v)$ из условий (1),(2) при каждом $v \in V$ будем называть прямой задачей. Под решением этой задачи будем понимать функцию $\psi = \psi(x, z)$ из пространства $B_0 \equiv C^0([0, L], L_2(D))$, удовлетворяющую интегральному тождеству:

$$\int_{\Omega_z} \psi \left(-i \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial z} + a_0 \Delta \bar{\eta} - a(x) \bar{\eta} + v_0(\tau) \bar{\eta} + i v(\tau) \bar{\eta} \right) dx d\tau = \int_{\Omega_z} f \bar{\eta} dx d\tau - \\ - i \int_D \psi(x, z) \bar{\eta}(x, z) dx + i \int_D \varphi(x) \bar{\eta}(x, 0) dx \quad (5)$$

для любой функции $\eta = \eta(x, z)$ из пространства $W_2^{2,1}(\Omega)$, удовлетворяющую условию $\frac{\partial \eta}{\partial \nu} \Big|_S = 0$, и любого $z \in [0, L]$. Такое решение будем называть слабым обобщенным решением прямой задачи (1), (2).

Установлены следующие результаты:

Теорема 1. При каждом $v \in V$ прямая задача (1),(2) имеет единственное решение из пространства B_0 .

Теорема 2. Существует плотное подмножество G пространства H такое, что для любого $\omega \in G$ и при $\alpha > 0$ задача идентификации (1),(2),(4) имеет единственное решение.

Далее доказана дифференцируемость функционала $J_\alpha(v)$ на множестве V , найдена формула для его градиента функционала и установлено необходимое условие для решения задачи идентификации (1), (2), (4).

Литература

1. Воронцов М.А., Шмальгаузен В.И. Принципы адаптивной оптики. - М.: Наука, 1985. - 336 с.

**ПРО АСИМПТОТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ
Λ-КОАЛЕСЦЕНТІВ З ПИЛОМ**

Іксанов О.М, Маринич О.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
iksan@unicyb.kiev.ua, marynych@unicyb.kiev.ua

Нехай E - множина всіх розбиттів множини $N = \{1, 2, \dots\}$. Для фіксованого $n \in N$, нехай $\rho_n : E \rightarrow E_n$ - природне звуження на множину E_n всіх розбиттів $\{1, 2, \dots, n\}$. У роботах [2,3] були введені коалесценти з множинними зіткненнями. Це марківські процеси $\{\Pi_t : t \geq 0\}$ з множиною станів E , які характеризуються скінченною мірою Λ на $[0,1]$ і називаються також Λ -коалесцентами. Цікавими функціоналами на таких процесах є: X_n – число зіткнень у звуженому коалесценті $\rho_n \Pi_t$, доки не залишиться один блок; час поглинання $\tau_n = \inf\{t \geq 0 : |\rho_n \Pi_t| = 1\}$.

В нашій доповіді ми розглянемо Λ -коалесценти з позитивною частотою блоків одиничного розміру (так звані коалесценти з пилом). Цей клас, зокрема, покриває $\text{beta}(a, b)$ -коалесценти з $a > 1$. Ми покажемо, що результати про слабку збіжність функціоналів X_n та τ_n на таких коалесцентах можуть бути отримані шляхом «зв'язування» (coupling) цих процесів з відповідними неспадними процесами Леві (субординаторами) та використання відомих результатів з паралельної теорії регенеративних комбінаторних структур.

Література

1. Gnedin, A., Iksanov, A., Marynych, A. (2011). Lambda-coalescents with dust component, подана до друку, доступна на www.arxiv.org.
2. Pitman, J. (1999). Coalescents with multiple collisions. *Ann. Probab.*, **27**, 1870–1902.
3. Sagitov, S. (1999). The general coalescent with asynchronous mergers of ancestral lines. *J. Appl. Probab.*, **36**, 1116–1125.

МІНІМАКСНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЗА ПАРАМЕТРАМИ В СИСТЕМАХ ЗІ ЗМІННОЮ ВИМІРНОСТЮ ФАЗОВОГО ПРОСТОРУ

Ілашук М.С., Сопронюк Є.Ф., Сопронюк Ф.О.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
naluvajko@mail.ru

Розглянемо систему:

$$\frac{dx^{(j)}(t)}{dt} = A_j(t)x^{(j)}(t) + B_j(t)\alpha^{(j)}, \quad t \in \tau_j, \quad (1)$$

за умов зміни вимірності фазового простору

$$x^{(j)}(t_{j-1}) = C_j x^{(j-1)}(t_{j-1}) + D_j \beta^{(j)}, \quad j = \overline{1, N}, \quad (2)$$

на проміжку $[T_0, T_1]$ з розбиттям $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N$ ($\tau_j = [t_{j-1}, t_j]$, $t \in [t_{j-1}, t_j]$, $j = \overline{1, N-1}$, $\tau_N = [t_{N-1}, t_N]$, $t \in [t_{N-1}, t_N]$) [1].

Нехай $\Phi_0 = \{x_0^{(1)} : x_0^{(1)T} Q_0 x_0^{(1)} \leq c^2\}$ [2] – множина початкових станів системи (1), а критерій якості для системи (1) за умов зміни вимірності фазового простору (2) має вигляд [3]

$$I(\alpha^{(1)0}, \dots, \alpha^{(N)0}, \beta^{(2)0}, \dots, \beta^{(N)0}) = \min_{\alpha^{(1)}, \dots, \alpha^{(N)}, \beta^{(2)}, \dots, \beta^{(N)}} \max_{x^{(N)} \in \Phi_N} x^{(N)T} Q_N x^{(N)}, \quad (3)$$

де $x^{(N)} = x^{(N)}(t_N) \in \Phi_N$, Q_0, Q_N – задані симетричні додатно визначені матриці, $\Phi_N = \{x^{(N)} : x^{(N)} = x^{(N)}(t_N, x_0^{(1)}), x_0^{(1)} \in \Phi_0\}$.

Знайдено числовий розв'язок задачі про забезпечення критерію якості (3) на траєкторіях системи (1) за умов (2) за параметрами $\alpha^{(1)}, \alpha^{(2)}, \dots, \alpha^{(N)}, \beta^{(2)}, \dots, \beta^{(N)}$.

Література

1. Сопронюк Ф.О. Моделювання та оптимізація систем управління з розгалуженням структур. – Чернівці: Рута, 1995. – 155 с.

2. Бублик Б.Н., Гаращенко Ф.Г., Кириченко Н.Ф. Структурно-параметрическая оптимизация и устойчивость динамики пучков.— К.: Наукова думка, 1985.— 305 с.
3. Сопронюк Є.Ф. Параметрична оптимізація в системах зі зміною вимірності фазового простору // Вісник Київського університету. Фіз. —мат. науки. — Вип. № 2. — К.: — 2006. — С. 236-245.

**ОСОБЛИВОСТІ ОПТИМАЛЬНИХ КЕРУВАНЬ
ПАРАБОЛІЧНИМИ РІВНЯННЯМИ З НЕЛОКАЛЬНИМИ
КРАЙОВИМИ УМОВАМИ**

Капустян В.О., Лазаренко І.С.

НТУУ «КПІ», Київ

В доповіді розглянуто деякі класи задач оптимального керування для параболічних рівнянь з нелокальними крайовими умовами. Відомо, що при фіксованому керуванні крайова задача має єдиний класичний розв'язок, який можна отримати у вигляді ряду по двом базисам Ріса, які є біортогональними. Для розв'язків таких крайових задач відсутні апіорні оцінки, які існують для розв'язків відповідних параболічних рівнянь з локальними крайовими умовами. Тому постановки задач оптимального керування повинні забезпечувати згаданий вище класичний розв'язок керованої крайової задачі. З цією метою в критеріях використовується еквівалентна норма.

Досліджено задачі з мінімальною енергією. У випадку розподіленого керування отримано повний розв'язок. Розглянуто наближені розв'язки для розділеного керування.

Досліджено задачі оптимальної стабілізації. Для розподіленого керування отримано повний розв'язок, а для розділеного керування запропоновано наближені розв'язки.

Для сингулярно - збуреного параболічного рівняння на основі умов оптимальності методом примежових функцій будуються повні асимптотичні розвинення оптимальних розв'язків вихідної задачі. Ітераційні задачі для примежових функцій на відміну від аналогічних задач для параболічних рівнянь з локальними крайовими умовами не "розпадаються." Доведено, що їх розв'язки належать класу примежових функцій, а повні розвинення є асимптотиками відповідного порядку розв'язків вихідної задачі.

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ПАРАБОЛІЧНОГО ВКЛЮЧЕННЯ

Капустян О.А.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

olena.kap@gmail.com

Розглядається задача оптимальної стабілізації для одного класу включень параболічного типу:

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial t} \in \Delta y(t, x) - \varepsilon F(y) + g(x)u(t), & x \in \Omega, t > 0, \\ y(t, x) = 0, & x \in \partial\Omega, t > 0, \\ y(0, x) = \varphi^\varepsilon(x), \end{cases}$$

$$u(\cdot) \in U = L^2(0, +\infty), \tag{1}$$

$$J(u) = \int_0^{+\infty} \left(\int_{\Omega} y^2(t, x) dx + \mu^2(t) \right) dt \rightarrow \inf,$$

де $\Omega \subset \mathbb{R}^n$ – обмежена область з гладкою границею, $g, \varphi^\varepsilon \in L^2(\Omega)$, $\gamma > 0$, $\varepsilon > 0$ – малий параметр, $F: \mathbb{R} \rightarrow 2^{\mathbb{R}}$ – многозначне збурення, яке задовольняє умовам:

$\forall u \in \mathbb{R} \quad F(y) - \text{замкнута, опукла, обмежена,}$

$F - \text{напівнеперервна зверху, } \sup_{\xi \in F(y)} |\xi| \leq C(1 + |y|), \inf_{\xi \in F(y)} \xi \cdot y \geq -C_1 |y|^2.$

Для задачі (1), збуреної доданком вигляду $\varepsilon F(y)$, доведено близькість наближеного керування до оптимального регулятора для незбуреної ($\varepsilon = 0$) задачі оптимальної стабілізації для параболічного включення, а також встановлено близькість цільових функціоналів на цих керуваннях.

Література

1. Капустян В.О. Оптимальная стабилизация ограниченным сосредоточенным управлением решений параболической краевой задачи // Проблемы управления и информатики. – 1999. – № 6. – С. 58 – 67.

ГЕНЕРАТОР ВИПАДКОВОЇ ЕВОЛЮЦІЇ В СХЕМІ УСЕРЕДНЕННЯ

Кійковська О.І., Чабанюк Я.М., Хімка У.Т.
Національний університет "Львівська політехніка"
yaroslav_chab@yahoo.com

Неперервна випадкова еволюція [1] задається стохастичним диференціальним рівнянням:

$$du^\varepsilon(t) = C(u^\varepsilon(t), x(t/\varepsilon))dt + \sigma(u^\varepsilon(t))dw(t), u^\varepsilon(0) = u_0, \quad (1)$$

де $C(u, x), u \in R^d$, - функція регресії, що залежить від рівномірно ергодичного марковського процесу $x(t), t \geq 0$ у фазовому просторі станів $(X, \mathbf{X})$, w – вінерівський процес, ε – малий параметр серій. Для генератора Q марковського процесу $x(t), t \geq 0$ зі стаціонарним розподілом $\pi(B), B \in X$, визначений потенціал R_0 [2].

Обчислення умовного математичного сподівання на тест-функціях $\varphi(u, x) \in C^3(R^d)$

$$E_{u,x}\varphi(u^\varepsilon(t+\Delta), x_t^\varepsilon) = E_{u,x}\varphi(u^\varepsilon(t+\Delta), x)I(\theta_x > \varepsilon^{-1}q(x)\Delta) + \\ + E_{u,x}\varphi(u^\varepsilon(t+\Delta), x_{t+\Delta}^\varepsilon)I(\theta_x \leq \varepsilon^{-1}q(x)\Delta) + o(\Delta),$$

де θ_x - час перебування в стані $x \in X, q(x)$ - інтенсивність [2], з врахуванням того, що

$$I(\theta_x > \varepsilon^{-1}q(x)\Delta) = e^{-\varepsilon^{-1}q(x)\Delta} = 1 - \varepsilon^{-1}q(x)\Delta + o(\Delta), \\ I(\theta_x \leq \varepsilon^{-1}q(x)\Delta) = 1 - e^{-\varepsilon^{-1}q(x)\Delta} = \varepsilon^{-1}q(x)\Delta + o(\Delta),$$

дає твердження леми.

Лема. Генератор L^ε двокомпонентного марковського процесу $u^\varepsilon(t), x_t^\varepsilon = x(t/\varepsilon), t \geq 0$, еволюції (1) має аналітичне представлення:

$$L^\varepsilon \varphi(u, x) = \varepsilon^{-1} Q \varphi(u, x) + C(x) \varphi(u, x) + S \varphi(u, x), \text{ де}$$

$$C(x) \varphi(u, x) = C(u^\varepsilon(t), x(t/\varepsilon)) \varphi'(u, x), \quad S \varphi(u, x) = 1/2 \sigma^2(u(t)) \varphi''(u, x).$$

Література

1. Чабанюк Я.М., Кійковська О.І., Гошко Л.В. Стійкість псевдо-градієнтної стрибкової еволюції з марковськими переключеннями.// (PDMU-2010) International Conference. Abstracts. Yalta, October 4-8. Ukraine.-2010. С.135-136.
2. Koroliuk V., Limnios N. . Stochastic Systems in Merging Phase Space./ World Scientific Publishing, - 2005. - 330Р.

МОДЕЛІ СТОХАСТИЧНИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЯК ГРАВІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ

Кінаш О. М., Хомич С.В., Рева О.

Львівський національний університет імені Івана Франка

okinasch@yahoo.com, email@hotbox.ru

Розглянуто деякі стохастичні узагальнення гравітаційних моделей переміщення частинок (зокрема це може бути переміщення коштів, див. [1],[2]). Зокрема, введено поняття комунікаційної системи для розглядуваних моделей. Отримано ряд результатів подібних до [1],[2].

Література

1. Кінаш О.М., Лапішко М.Л., Кожан Р.В. Економіко-математичне моделювання грошових потоків// Соціально-економічні дослідження в перехідний період. Економічні проблеми ринкової трансформації України(Збірник наукових праць). Вип..1(XXXIX)/ НАН України. Інститут регіональних досліджень.- Львів, 2003.- С. 256-263
2. Кінаш О.М., Яструбський М.І. Вибір механізму оптимізації розподілу фінансових ресурсів у вищих навчальних закладах// Науковий вісник: Збірник наукових праць.- Львів: НЛТУ України.- 2005, вип 15.3.- С.301- 309.

ПРО РОЗПОДІЛ НЕПЕРЕРВНОЇ КУСКОВО-ЛІНІЙНОЇ ЕМПІРИЧНОЇ ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ

Клочко В.П.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
vnuchook@gmail.com

Для неперервної монотонно зростаючої функції розподілу генеральної сукупності $F(u)$ з компактним носієм $[a, b]$ розглядається неперервна кусково-лінійна емпірична функція розподілу вигляду

$$\tilde{F}_{n,k}(u) = \begin{cases} \frac{u}{n(x_{(k+1)} - x_{(k)})} + \frac{kx_{(k+1)} - (k+1)x_{(k)}}{n(x_{(k+1)} - x_{(k)})}, & \text{якщо } x_{(k)} \leq u \leq x_{(k+1)} \\ 1, & \text{якщо } x_{(n)} \leq u \leq b. \end{cases}$$

Дана функція є випадковим процесом. $\forall u \in [a, b]$ випадкова величина $\tilde{F}_{n,k}(u)$ має функцію розподілу

$$\Phi_{n,k}(c) = P(g(x_{(k)}, x_{(k+1)}) < c),$$

$$g(x, y) = \frac{u}{n(y-x)} + \frac{ky - (k+1)x}{n(y-x)}, a \leq x \leq y \leq b. \quad \text{Використовуючи}$$

сумісний розподіл статистик $x_{(k)}$ та $x_{(k+1)}$, зроблено спробу знайти розподіл розглядуваного випадкового процесу. А саме, знайдено явний вираз для $\Phi_{n,k}(c)$ у випадку $c = \frac{k}{n}$. Для точок

$c < \frac{k}{n}$ та $c > \frac{k}{n}$ значення $\Phi_{n,k}(c)$ виражені у вигляді суми $\Phi_{n,k}(\frac{k}{n})$ та деякого інтегрального доданку.

АНАЛИЗ ПЕРЕМЕШИВАЮЩИХ СВОЙСТВ ОПЕРАЦИЙ, ЗАДАНЫХ НА ОДНОМ НОСИТЕЛЕ

¹Ковальчук Л.В., д.т.н., ²Сиренко О.А.

¹Институт специальной связи и защиты информации НТУУ «КПИ»

lv_kov_crypto@mail.ru

²Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

Olga_Sirenko@ukr.net

Поиск набора операций на множестве битовых векторов (открытых текстов), которые просто реализуются и программным, и аппаратным способом, а также будут обладать «хорошими перемешивающими свойствами» является одной из актуальных задач современной прикладной криптографии. Чередование операций, обладающих такими свойствами, обеспечивает стойкость криптографических примитивов к различным алгебраическим и статистическим атакам.

В современных алгоритмах шифрования часто используются композиции операций модульного и побитового сложения, операции модульного умножения и др., заданных на одном носителе. Поэтому актуальной и интересной задачей является задача исследования перемешивающих свойств различных групповых операций, носителем которых является множество двоичных векторов. В работе [1] были рассмотрены перемешивающие свойства операций в конечном поле. В [2] были получены результаты, характеризующие перемешивающие свойства операций побитового и модульного сложения на множестве битовых векторов.

Данный доклад посвящен анализу перемешивающих свойств операций сложения по модулю 2^n и умножения по модулю $2^n + 1$, заданных на одном носителе (где $2^n + 1$ – простое, а 0 для корректности отождествляется с 2^n). Одним из важных выводов данной работы является то, что операция умножения будет обладать хорошими перемешивающими свойствами на классах смежности построенных относительно операции сложения.

Литература

1. Шемякина О.В. *О перемешивающих свойствах операций в конечном поле.* // Труды VIII Общероссийской научной Конференции МаБИТ-09, с.87-90.
2. Ковальчук Л.В., Сиренко О.А. *Нарушение структуры факторгрупп при использовании различных групповых операций на одном носителе*

ОЦІНКА НЕВІДОМОГО ПАРАМЕТРА В СИСТЕМАХ ЗІ СЛАБКИМ СИГНАЛОМ

Козир С.М.

Донецький Національний університет

s.trump@gmail.com

Розглянута задача: спостерігається процес

$$\xi_{\theta_0}^{\varepsilon, T} = \left\{ \xi_{\theta_0}^{\varepsilon}(t) : 0 \leq t \leq T \right\},$$

де $\xi_{\theta_0}^{\varepsilon}(t)$ – траєкторія рішення стохастичного диференційного рівняння з малим параметром біля коефіцієнта зсування

$$d\xi_{\theta_0}^{\varepsilon}(t) = \varepsilon \alpha(\theta_0, \xi_{\theta_0}^{\varepsilon}(t)) dt + \beta(\xi_{\theta_0}^{\varepsilon}(t)) dW(t), \quad \xi_{\theta_0}^{\varepsilon}(0) = \xi_0, \quad (1)$$

$\varepsilon > 0$ – малий параметр, коефіцієнт зсування $\alpha(\theta_0, x)$ природно інтерпретувати як сигнал, θ_0 – невідомий параметр, тобто спостерігається «слабкий» сигнал, «зашумлений» дифузійним шумом. Розв'язується наступна задача: потрібно оцінити методом максимальної правдоподібності параметр θ_0 за $\xi_{\theta_0}^{\varepsilon, T/\varepsilon^2}$ – спостережуваною на проміжку $[0, T/\varepsilon^2]$ траєкторією рішення (1), й побудувати для нього інтервал накрытия, який накриває невідомий параметр θ_0 з ймовірністю $1 - \gamma$. Тоді для достатньо малого $\varepsilon > 0$ будемо мати

$$P\left\{\sqrt{T}|\theta_{\varepsilon}^T - \theta_0| > R\right\} \leq 2 \exp \left\{ -\frac{1}{8} \left[\frac{CR^{\delta} T^{(1-\delta)/2} - 2\gamma(\varepsilon)}{\sqrt{K}} \right]^2 \right\} + \frac{\varepsilon C(\varepsilon)}{\gamma^2(\varepsilon)},$$

де $C(\varepsilon)$ виписана в явному вигляді, $0 < 2\gamma(\varepsilon) < CR^{\delta} T^{(1-\delta)/2}$.

**ЗАДАЧА ВИЗНАЧЕННЯ СТАВКИ ОПОДАТКУВАННЯ
СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ, ЗА ЯКОЇ
ВІДРАХУВАННЯ В БЮДЖЕТ БУДЕ
МАКСИМАЛЬНИМ**

Коркуна Н.М., Цегелик Г.Г.

Львівський національний університет імені Івана Франка

a.natali.m@mail.ru

Метою дослідження є визначення оптимальної ставки оподаткування прибутку суб'єкта господарської діяльності, за якої відрахування в бюджет будуть максимальними.

Розглядається математична модель, яка пов'язує прибуток фірми з обсягом випуску продукції

$$P = CN - (F + VN),$$

де P - прибуток фірми, C - ціна одиниці продукції, N - кількість одиниць продукції за певний період, F - постійні витрати фірми, V - змінні витрати на одиницю продукції. Тоді відрахування в бюджет D від прибутку за податкової ставки x ($0 \leq x \leq 1$) буде $D = xP$.

Для відшукування податкової ставки x , за якої відрахування в бюджет буде максимальним, нами встановлені залежності між податковою ставкою x і обсягом випуску продукції N . Розглянуто окремо три випадки такої залежності:

- 1) лінійну $N = \alpha(1 - x), \alpha > 0$;
- 2) степеневу $N = \alpha(1 - x)^\beta, 0 < \beta < 1, \alpha > 0$;
- 3) квадратичну $N = \alpha(1 - x^2), \alpha > 0$.

У випадку лінійної залежності відрахування в бюджет буде максимальним, за податкової ставки $x = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{F}{\alpha(C - V)}\right)$.

У разі степеневі форми зв'язку оптимальною податковою ставкою, за якої відрахування в бюджет буде максимальним, є

додатній корінь рівняння $x = \frac{1}{\beta + 1} \left(1 - \frac{F(1 - x)^{1-\beta}}{\alpha(C - V)}\right)$.

За наявності квадратичної залежності нами визначена податкова ставка $x = \sqrt{\frac{1}{3} \left(1 - \frac{F}{(C-V)\alpha} \right)}$ за якої, надходження до бюджету буде найбільшим.

ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Коцур М.П., Руснак М.А.

Чернівецький національний університет імені Ю.Федьковича
mpcc@chnu.cv.ua

Теорія оптимального керування широко застосовується до оптимізації об'єктів (систем та процесів) із зосередженими параметрами, стан яких описується системами звичайних диференціальних рівнянь. Водночас до об'єктів з розподіленими параметрами, що описуються системами рівнянь в частинних похідних, методи теорії оптимального керування застосовувати складно. Це пов'язано з тим, що граничні умови задачі можуть включати частинні похідні, функції керування, тощо. Необхідні умови оптимальності отримані лише для окремих задач з розподіленими параметрами з простими граничними умовами [1]. Тому актуальною задачею є розвиток теорії оптимального керування для об'єктів, які описуються системами диференціальних рівнянь в частинних похідних з оригінальними граничними умовами.

Наведемо приклад необхідних умов оптимальності, отриманих для нестационарного одновимірного процесу, що описується системою полілінійних рівнянь вигляду

$$\begin{cases} \frac{\partial \varphi_1}{\partial t} + a \frac{\partial \varphi_2}{\partial x} = f_1(\varphi_1(x, t), \varphi_2(x, t), u(t)) \\ \frac{\partial \varphi_1}{\partial x} = f_2(\varphi_1(x, t), \varphi_2(x, t), u(t)) \end{cases}, \quad (1)$$

$$\begin{aligned} &\text{з початковою умовою} \quad \varphi_1(x, 0) = \varphi_0 \\ &\text{і заданими на кінцях відрізка } L \text{ граничними умовами} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\left(\frac{\partial \varphi_1}{\partial t}\right)_{x=0} = F_0(\varphi_1(0,t), \varphi_2(0,t), u(t)), \quad (3)$$

$$F_1(\varphi_1(L,t), \varphi_2(L,t), u(t)) = 0$$

де x, t – незалежні змінні, $\varphi \equiv \{\varphi_1(x,t), \varphi_2(x,t)\}$ – вектор-функція стану процесу, f_1, f_2, F_0, F_1 – неперервно-диференційовані функції вектора стану і функції керування $u(t)$, φ_0 і a – константи. Задається функціонал, наприклад, у вигляді деякої функції вектора стану в кінцевий момент $t = T$: $\Phi = \Phi(\varphi_1(0,T))$. (4)

Задача полягає в мінімізації Φ шляхом вибору оптимального керування $u(t)$. До такої оптимізаційної задачі зводиться, наприклад, нестационарний одновимірний процес теплопровідності з внутрішніми керованими джерелами або стоками тепла.

У відповідності до теорії оптимального керування формується розширений функціонал J [1], з умови екстремуму якого $\delta J = 0$ (δJ – повна варіація J за аргументами φ_1, φ_2, u) отримується наступна умова максимуму, якій повинно задовольняти оптимальне керування

$$H(\varphi(x,t), \psi(x,t), u(t)) = \max_{u \in G_u} H(\varphi(x,t), \psi(x,t), u), \quad (5)$$

де H – допоміжна функція вигляду

$$H = \int_0^L (\psi_1 f_1 + \psi_2 f_2) dx - \frac{a}{\frac{\partial F_0}{\partial \varphi_2(0,t)}} \psi_1(0,t) F_0 + \frac{a}{\frac{\partial F_1}{\partial \varphi_2(L,t)}} \psi_1(L,t) F_1, \quad (6)$$

і $\psi \equiv \{\psi_1(x,t), \psi_2(x,t)\}$ визначаються системою спряжених рівнянь

$$\begin{cases} \frac{\partial \psi_1}{\partial t} + \frac{\partial \psi_2}{\partial x} = -\psi_1 \frac{\partial f_1}{\partial \varphi_1} - \psi_2 \frac{\partial f_2}{\partial \varphi_1} \\ a \frac{\partial \psi_1}{\partial x} = -\psi_1 \frac{\partial f_1}{\partial \varphi_2} - \psi_2 \frac{\partial f_2}{\partial \varphi_2} \end{cases} \quad (7)$$

з прикінцевими та граничними умовами:

$$\psi_1(x,T) = 0, \quad 0 < x \leq L; \quad \psi_1(0,T) = \frac{\partial \Phi}{\partial \varphi_1(0,T)} \left/ \left(\frac{a}{\frac{\partial F_0}{\partial \varphi_2(0,T)}} - 1 \right) \right., \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial \psi_1}{\partial t} \right)_{x=0} &= \frac{1}{a} \frac{\partial F_0}{\partial \varphi_2(0,t)} \psi_2(0,t) - \frac{\partial F_0}{\partial \varphi_1(0,t)} \psi_1(0,t) \\ \frac{1}{a} \frac{\partial F_1}{\partial \varphi_2(L,t)} \psi_2(L,t) - \frac{\partial F_1}{\partial \varphi_1(L,t)} \psi_1(L,t) &= 0 \end{aligned} \quad (9)$$

На основі співвідношень (5) – (9) розроблено алгоритм та його комп'ютерна реалізація для знаходження оптимального керування $u(t)$ процесом (1) – (4).

Література

1. Сиразетдинов Т.К. «Оптимизация систем с распределенными параметрами», М.Наука, 1977.- 479 с.

НЕЙРОАГЕНТНИЙ МЕТОД ВИБОРУ ВАРІАНТІВ РІШЕНЬ

Кравець П.О.

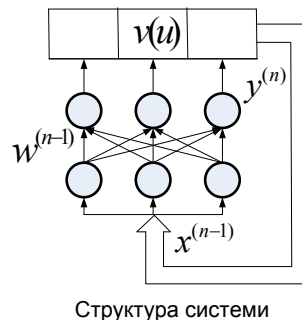
Національний університет „Львівська політехніка”

krpo@i.ua

Нехай система прийняття рішень в умовах невизначеності описується відношенням $S:U \xrightarrow{Z} \xi$, де $U = \{u[1], \dots, u[N]\}$ – множина дискретних входів (варіантів рішень), $\xi(u) \sim Z(v(u), d(u))$ – випадковий вихід системи з апіорі невідомим розподілом Z , математичним сподіванням $v(u) = M\{\xi(u)\}$ та дисперсією $d(u) \forall u \in U$. Вибір варіантів рішень здійснюється у моменти часу $t = 1, 2, \dots$. Ефективність вибраного варіанту $u \in U$ оцінюється випадковим поточним виграшем $\xi(u) \in R^1$. Метою прийняття рішень є максимізація середніх виграшів

$$\Xi_t(\{u_t\}) = t^{-1} \sum_{\tau=1}^t \xi_\tau \xrightarrow[t \rightarrow \infty]{\{u_t\}} \max.$$

На відміну від адаптивних методів, що базуються на керованих динамічних розподілах випадкових величин, для розв'язування цієї задачі пропонується нейроагентний метод. Функціонування зображеної на рисунку системи здійснюється за адаптивним алгоритмом Кохонена. Варіант рішення вибирається за максимальним значенням виходів



$u^* = \left(u[k] \mid k = \arg \max_{k=1..N} y^{(n)}[k] \right)$. Отриманий за це поточний виграш $\xi(u^*)$ подається на входи нейроагента $x^{(n-1)} = e\xi(u^*)$, де $e = \left(\chi(u = u^*) \mid \forall u \in U \right)$ – одиничний вектор; $\chi() \in \{0,1\}$ – індикаторна функція події. Сумарні входи нейронів n -го шару $x^{(n)}[k] = \sum_{j=1}^N w^{(n-1)}[j,k] y^{(n-1)}[j]$ обчислюються на основі виходів $(n-1)$ -го шару $y^{(n-1)}[k] = \varphi(x^{(n-1)}[k])$, $k = 1..N$. Перерахунок ваг зв'язків $w_t^{(n-1)}[j,k] = w_{t-1}^{(n-1)}[j,k] + \gamma_t (y_{t-1}^{(n-1)}[j] - w_{t-1}^{(n-1)}[j,k])$ здійснюється для k -го нейрона-переможця, де $k = \text{index}(u[l] \mid u[l] = u^*, l = 1..N)$; $\gamma_t = \gamma / t^\alpha$; $\gamma, \alpha > 0$. Вибір варіантів продовжується до стабілізації ваг $\|w_t^{(n-1)} - w_{t-1}^{(n-1)}\| < \varepsilon$ у часі. Збіжність методу перевірено моделюванням.

ВИКОРИСТАННЯ ПРОЦЕСІВ САМООРГАНІЗАЦІЇ В ЗАДАЧАХ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Крамар В.І., Лупенко С.А.

Тернопільський національний технічний університет
volodymyr.kramar@gmail.com

Сьогодні процеси самоорганізації та їх моделювання використовуються практично в усіх областях науки. Тому недивним виглядає їх застосування і в задачах прийняття рішень. Таке використання принципів самоорганізації, наприклад, в системах підтримки прийняття рішень, надає їм деякі значні переваги над традиційними системами а саме: масштабованість, адаптивність, надійність, автономність, тощо.

Розглянемо використання процесів самоорганізації у задачах прийняття рішень. В роботі [1] застосовується самоорганізація в семантичних таблицях прийняття рішень, де запропоновано нові принципи підтримки прийняття рішень та моделювання баз даних з сучасними технологіями інженерії онтологій в процедурах адаптивної самоорганізації та автоматичної реорганізації (SOAR). Широко застосовуються принципи самоорганізації в деревах рішень. Наприклад, використання генетичних алгоритмів для побудови компактного оптимального бінарного дерева рішень [2]. Отже, принципи самоорганізації застосовуються в теорії прийняття

рішень, насамперед, до певних структур в системах підтримки прийняття рішень для адаптивної та автономної їх реструктуризації.

Зважаючи на значні напрацювання в області моделювання процесів самоорганізації, цілком слушним є їх використання та адаптація до розв'язання задач прийняття рішень, особливо в умовах невизначеності.

Література

1. Yan Tang, Robert Meersman and Jan Vanthienen, Semantic Decision Tables: Self-Organizing and Reorganizable Decision Tables, in proc. of DEXA'08 (19th International Conference on Database and Expert Systems Applications), Springer, LNCS 5181, Sourav S. Bhwmich, Josef Kung, Roland Wagner (Eds.), Turin, Italy, 1~5 September, 2008, pp.434-449.
2. Cha S. and Tappert C.C., A Genetic Algorithm for Constructing Compact Binary Decision Trees, J. Pattern Recognition Research (JPRR), Vol 4, No 1, 2009, pp 1-13.

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПРАКТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТРАЕКТОРІЇ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ ЗАДАЧІ НА БАГАТОГРАННІЙ МНОЖИНІ ПРИ ЗБУРЕННЯХ

Кудін В.І., Кудін Г.І., Харченко І.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
V_I_Kudin@mail.ru

В класі лінійних систем, разом з прямою задачею можна розглянути і ряд обернених (по своїй суті) задач. А саме, ітераційний процес знаходження оптимального розв'язку задачі лінійного програмування геометрично можна інтерпретувати як траєкторну задачу на багатогранній множині по переводу системи із заданої початкової вершини через проміжні вершини в оптимальну або описати клас траєкторій що переводять систему із заданого початкового стану (вершини) в задану (оптимальну вершину), описати можливі збурення в лінійній системі, що зберігають структуру траєкторії (багатогранної множини) з точністю до заданого ε [1,2].

Встановлено необхідні та достатні умови на допустимі зміни вектору правої частини обмежень моделі, що зберігають опорність, допустимість збурених вершин траєкторії та задане їх відхилення.

Досліджено умови “коректного” включення (виключення) обмеження.

Вводиться породжуюча системи обмежень

$$a_j u^T \leq c_j, \quad (1)$$

де $a_j = (a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{jm})$, $j \in J, J = \{1, 2, \dots, n\}$ - вектори нормалей, $u = (u_1, u_2, \dots, u_m)$ - m -вимірний вектор змінних, визначає багатогранну множину, для якої відомі $u_0^{(1)}, u_0^{(2)}, \dots, u_0^{(i)}, \dots, u_0^{(k)}$, $A_\delta^{(1)}, A_\delta^{(2)}, \dots, A_\delta^{(i)}, \dots, A_\delta^{(k)}$, $J = J_H^{(i)(-)} \cup J_\delta^{(i)(+)}$, $i \in K$ - вершини та відповідні їм базисні матриці, множини індексів базисних та небазисних обмежень на ітераціях $i \in K$ симплекс-методу [1]. Позначимо, згідно [2], $\Delta_j^{(i)}(u_0^{(i)}) = a_j u_0^{(i)T} - c_j = 0$, $j \in J_\delta^{(i)(+)}$, $\Delta_j^{(i)}(u_0^{(i)}) = a_j u_0^{(i)T} - c_j < 0$, $j \in J_H^{(i)(-)}$ - нев'язки обмежень на ітерації $i \in K$, $\Delta_{\min}^{(i)}, \Delta_{\max}^{(i)}, |\Delta_{\min}^{(i)}| > |\Delta_{\max}^{(i)}|$, $i \in K$ - “допуски” на збурення відповідно небазисних та базисних обмежень $J_H^{(i)(-)}, J_\delta^{(i)(+)}$, $i \in K$, $\alpha_{l^{(i)}k^{(i)}}^{(i)} = a_l (A_\delta^{(i)-1})_k$ - $k^{(i)}$ -а компонента розвинення вектору $a_{l^{(i)}}$ за рядками базисної матриці $A_\delta^{(i)}$, $l^{(1)}, l^{(2)}, \dots, l^{(k)}$, $k^{(1)}, k^{(2)}, \dots, k^{(k)}$ - відповідно номери нормалей обмежень (1), що вводяться та виводяться із базисної матриці на ітераціях.

Вважаємо, що в системі (1) зазнає збурення вектор правої частини обмежень моделі у вигляді:

$$a_j u^T \leq c_j + \tilde{c}_j, \quad j \in J, \quad (2)$$

Твердження 1. Необхідною умовою коректного збурення (2) є виконання на кроках $i \in K$ умов

$$\Delta_j^{(i)}(\bar{u}_0^{(i)}) < \Delta_{\max}^{(i)}, \quad j \in J_\delta^{(i)(+)}, \quad \Delta_j^{(i)}(\bar{u}_0^{(i)}) > \Delta_{\min}^{(i)}, \quad j \in J_H^{(i)(-)},$$

де $\bar{u}_0^{(i)}$ - збурена вершина.

Твердження 2. Достатньою умовою коректності збурення (2) є виконання на кроках $i \in K$ умови

$$\frac{\Delta_{l^{(i)}}^{(i)}(\bar{u}_0^{(i)})}{\alpha_{l^{(i)}k^{(i)}}^{(i)}} = \min_{\substack{\alpha_{rk}^{(i)} > 0 \\ r \in J_\delta^{(i)}(i)}} \frac{\Delta_r^{(i)}(\bar{u}_0^{(i)})}{\alpha_{rk^{(i)}}^{(i)}}, \quad i \in K, \quad l \in J_\delta^{(i)(-)} \quad (3)$$

Твердження 3. Достатньою умовою коректності збурення (2) в межах $|u_0^{(i)} - \bar{u}_0^{(i)}| < \delta$, $\delta > 0$, $i \in K$ є виконання (3) та

$$\left| - \sum_{p=1}^i \frac{(A_{\sigma}^{(z)-1})_{k(p)} \Delta_{l(p)}^{(p)} (\bar{u}_0^{(p)})}{\alpha_{l(p)k(p)}^{(p)}} \right| < \delta, \quad i \in K. \quad (4)$$

Висновок. Формула (2) “дає” умову “коректного” включення (виключення) обмеження для збереження цілісності траєкторії, а остання формула (4) вказує, що на кожному кроці $i \in K$ сумарний вектор збурення повинен залишатись в сфері радіусу $\delta > 0$ з центром в $u_0^{(i)}$.

Література

1. Кудін В.І., Кудін Г.І. Застосування методу малого параметру при дослідженні слабо нелінійних систем І. Вісник Київського університету, Серія фіз.-мат. науки. – 2000.–2, С. 278 - 282.
2. Кудін В.І. Застосування методу базисних матриць при дослідженні властивостей лінійної системи // Вісник Київського університету. Серія фіз.-мат. науки. – 2002.–2, С. 56 - 61.

ПРО МОДЕЛЬ ЦІНОУТВОРЕННЯ ПОРТФЕЛЯ АКЦІЙ

¹Кулян В.Р., ²Юнькова О.О., ¹Рутицька В.В.

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка

²Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана
v.kulyan@gmail.com

Динамічне співвідношення для опису динаміки ціноутворення портфеля акцій може бути записане у вигляді [1]

$$\frac{dr_p(t)}{dt} = \sum_i (r_i(t) \frac{dx_i(t)}{dt} + x_i(t) \frac{dr_i(t)}{dt}).$$

Уведемо нормуючі співвідношення, що враховують особливості такого роду інвестиційних операцій

$$\sum_i \frac{\dot{r}_i(t)}{r_i(t)} = 1, \quad \sum_i \frac{\dot{x}_i(t)}{x_i(t)} = 1, \quad t \in [t_0, t_1].$$

Можна показати, що для $i \neq j$ мають місце співвідношення

$$\sum_i x_i(t) r_i(t) \frac{f_i}{r_i(t)} = \sum_i x_i(t) r_i(t) - \sum_i \sum_j x_i(t) r_i(t) \frac{f_j}{r_j(t)},$$

$$\sum_i \frac{x_i(t)r_i(t)}{x_i(t)} \frac{dx_i(t)}{dt} = \sum_i x_i(t)r_i(t) - \sum_i \sum_j x_i(t) r_i(t) \frac{dx_j(t)}{dt} \frac{1}{x_j(t)}.$$

У наведеному вище рівнянні функція f є правою частиною математичної моделі формування ціни акції [1]. Тоді рівняння формування ринкової вартості портфеля акцій з урахуванням, наведених вище, нормуючих співвідношень матиме вигляд

$$\frac{dr_p(t)}{dt} = 2r_p(t) - \sum_i \sum_j x_i(t)r_i(t) \left(\frac{f_j}{r_j(t)} \frac{dx_j(t)}{dt} \frac{1}{x_j(t)} \right).$$

Література

1. Гаращенко Ф.Г., Кулян В.Р., Рутицкая В.В. Качественный анализ математических моделей инвестиционного менеджмента// Кибернетика и вычислительная техника. – 2005. – 148. – с. 3-10.

ГРАНИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОДНОГО ГІЛЛЯСТОГО ПРОЦЕСУ З ІМІГРАЦІЄЮ

Лебсєдєв Є.О., Семенов В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
semenov1984@gmail.com, leb@unicyb.kiev.ua

Задано $Z(m)$, $m = 0, 1, 2, \dots$ – гіллястий процес Гальтона-Ватсона, $Z = \{Z_i^j(\cdot), i = 1, 2, \dots; j = 0, 1, \dots\}$ – незалежні процеси, розподіл яких співпадає з розподілом $Z(\cdot)$. Позначимо $\xi = Z(1)$ – кількість нащадків в першому поколінні, $H = \{\eta_j, j = \overline{1, \infty}\}$ – множина незалежних у сукупності випадкових величин, розподіл яких співпадає з розподілом деякої цілочислової випадкової величини η . Розглянемо $\{\theta_j, j = \overline{1, \infty}\}$ – послідовність незалежних цілочислових однаково розподілених випадкових величин. Для відповідного процесу відновлення введемо позначення $\tau_j = \theta_1 + \dots + \theta_j$, $\nu(m) = \max\{j: \tau_j \leq m\}$. Гіллястий процес з імміграцією $Y(m)$, визначимо [1]: $Y(m) = \sum_{j=1}^{\nu(m)} \sum_{i=1}^{\eta_j} Z_i^j(m - \tau_j)$, $m = 0, 1, \dots$, для якого випадкова кількість частинок-іммігрантів η_j надходить у

випадковий момент часу τ_j . Нехай базові випадкові величини ξ і η залежать від n . Для процесу $Y(m)$ розглянемо послідовність випадкових процесів $y_n(t) = \frac{1}{n} Y_n([nx], [nt])$, $x \geq 0, t > 0$. Якщо θ_j , $j = \overline{1, \infty}$, мають від'ємно геометричний розподіл, існують та скінченні перший та другий моменти випадкової величини ξ , та перший момент випадкової величини η , доведено, що процес $y_n(t)$ є збіжним в U топології до дифузійного процесу.

Література

1 Лебедев Е.О., Семенов В.В. Функциональная предельная теорема для ветвящихся процессов с иммиграцией// Кибернетика и системный анализ. – 2010. - №3. – С. 152-161.

ПРО ВИБІР СТРАТЕГІЇ ПОВЕДІНКИ НА БІРЖІ WEBMONEY EXCHANGER

Литвиненко І. О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

igor@ert.org.ua

Розглядається задача обміну заданої кількості грошових одиниць S в певному напрямку на біржі WebMoney Exchanger за фіксований час. Потрібно провести цей обмін, максимізуючи суму, яка буде отримана в результаті операції.

Під час роботи на біржі можна розбити час, що відведений для обміну, на проміжки, на яких подаються заявки на продаж певної

частини суми S_i ($\sum_{i=1}^n S_i = S$) за курсом r_i , а в кінці придбати зустрічні заявки на всю суму, що не змогли продати. Якщо вказані проміжки зафіксувати, можна розглядати стратегію поведінки у вигляді $\{(S_i, r_i)\}$.

У роботі оцінюється наскільки вдалою буде та чи інша стратегія. Оскільки першочергове значення має сума, яка буде отримана в результаті операції, варто проаналізувати випадкову величину $\psi^* (\{(S_i, r_i)\})$, що показує яку суму в кінцевій валюті можна отримати після завершення операції обміну.

Цей показник можна представити у формі:

$$\psi^* (\{(S_i, r_i)\}) = \sum_{i=1}^n r_i \psi(i, S_i, r_i) + \eta(S - \sum_{i=1}^n \psi(i, S_i, r_i)),$$

де $\psi(i, S_i, r_i)$ – отримана сума в результаті продажу власної заявки в i -му періоді, $\eta(x)$ – отримана сума в результаті придбання зустрічних заявок в кінці періоду на суму x .

Аналіз статистичної інформації про потоки заявок на продаж та купівлю для даної пари валют дозволив зробити певні припущення про ці потоки. Це в свою чергу дало можливість провести моделювання роботи на біржі та апроксимувати розподіл основного показника $\psi^* (\{(S_i, r_i)\})$.

У підсумку, отримана можливість порівнювати ефективність стратегій, які використовуються при роботі на валютній біржі WebMoney Exchanger.

АСИМПТОТИЧНА СТІЙКІСТЬ В СЕРЕДНЬОМУ КВАДРАТИЧНОМУ В ЦІЛОМУ СИСТЕМ СТОХАСТИЧНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-РІЗНИЦЕВИХ РІВНЯНЬ З МАРКОВСЬКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Лукашів Т.О., Ясинський В.К.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

lukashiv@rambler.ru

На ймовірнісному базисі $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbf{P}, F \equiv \{\mathcal{F}_t \subset \mathcal{F}, t \geq 0\})$ [1], розглядається рівняння збуреного руху, яке будемо трактувати як динамічну систему випадкової структури зі скінченною післядією

$$\begin{aligned} dx(t) = & a(t, \xi(t), x(t), x(t-r))dt + \\ & + b(t, \xi(t), x(t), x(t-r))d\omega(t), \end{aligned} \quad (1)$$

із зовнішніми марковськими перемикаваннями

$$\begin{aligned} \Delta x(t) \Big|_{t=t_k} = & g(t_k, \xi(t_k-), \eta_k, x(t_k-)), \\ t_k \in S \equiv & \{t_n, n \in N\}, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} t_n = +\infty, \end{aligned} \quad (2)$$

і з початковими умовами

$$\begin{aligned} x(t) \Big|_{-r \leq \theta \leq 0} = & \varphi(\theta) \in D \equiv D([-r, 0], \mathbf{R}^m), \\ \xi(t_0) = & y \in Y, \quad \eta_{k_0} = h \in H. \end{aligned} \quad (3)$$

Тут $\xi(t)$ – марковський процес із значеннями в метричному просторі $\mathbf{Y}$ з перехідною ймовірністю $\mathbf{P}(s, y, t)$ [1]; $(\eta_k, k \geq 0)$ – ланцюг Маркова із значеннями в метричному просторі $\mathbf{H}$ з перехідною ймовірністю на k -ому кроці $\mathbf{P}_k(h, G)$ [1]; $\theta \in [-\tau, 0]$, $\tau > 0$; $w(t)$ – одновимірний стандартний вінерів процес, $\mathbf{D}$ – простір Скорохода неперервних справа функцій, що мають лівосторонні границі з нормою $\|\varphi\| = \sup_{-r \leq \theta \leq 0} |\varphi(\theta)|$.

Припустимо, що вимірні за сукупністю змінних відображення $a: \mathbf{R}_+ \times \mathbf{Y} \times \mathbf{R}^m \times \mathbf{R}^m \rightarrow \mathbf{R}^m$; $b: \mathbf{R}_+ \times \mathbf{Y} \times \mathbf{R}^m \times \mathbf{R}^m \rightarrow \mathbf{R}^m$; $g: \mathbf{R}_+ \times \mathbf{Y} \times \mathbf{H} \times \mathbf{R}^m \rightarrow \mathbf{R}^m$ задовольняють умову Ліпшиця

$$\begin{aligned} & \|a(t, y, \varphi) - a(t, y, \psi)\|^2 + \|b(t, y, \varphi) - b(t, y, \psi)\|^2 + \\ & + \|g(t, y, h, \varphi) - g(t, y, h, \psi)\|^2 \leq L \|\varphi - \psi\|^2, \quad L > 0, \end{aligned} \quad (4)$$

при $\forall t \geq 0, y \in \mathbf{Y}, h \in \mathbf{H}$ і умову

$$|a(t, y, 0, 0)| + |b(t, y, 0, 0)| + |g(t, y, h, 0)| = c < \infty, \quad (5)$$

Має місце твердження.

Нехай

$$1) \quad 0 < |t_{k+1} - t_k| \leq \Delta, \quad k \geq 0, \Delta > 0;$$

2) виконується умова Ліпшиця (4) і умова рівномірної обмеженості (5);

3) існують послідовності функціоналів Ляпунова-Красовського [2], $v_k(y, h, \varphi)$, і $a_k(y, h, \varphi)$, $k \geq 0$, такі, що на підставі системи правильна нерівність $\forall \varphi \in \mathbf{D}$:

$$\begin{aligned} c_1 \|\varphi\|^2 & \leq v_k(y, h, \varphi) \leq c_2 \|\varphi\|^2, \\ c_3 \|\varphi\|^2 & \leq a_k(y, h, \varphi) \leq c_4 \|\varphi\|^2, \end{aligned}$$

при деяких $c_i > 0$, $i = \overline{1, 4}$ для всіх $k \geq 0$, $y \in \mathbf{Y}$, $h \in \mathbf{H}$, $\varphi \in \mathbf{D}$.

Тоді система випадкової структури (1)-(3) асимптотично стійка в середньому квадратичному в цілому.

Література

1. Дынкин Е.Б. Марковские процессы. – М.: Физматгиз, 1969. – 859с.

2. Лукашив Т.О., Юрченко И.В., Ясинский В.К. Метод функций Ляпунова исследования устойчивости стохастических систем Ито случайной структуры с импульсными марковскими переключениями. I. Общие теоремы об устойчивости импульсных стохастических систем // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – № 2. – С.135 - 145.

ПРЯМІ ТА ДВОЇСТІ МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ

Ляшенко І.М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

lyashenko@univ.kiev.ua

Класична міжгалузева динамічна модель Леонтьєва „витрати-випуск” балансує обсяги продукції:

$$x = Ax + B\dot{x} + y, \quad (1)$$

де $A \geq 0$ – продуктивна технологічна матриця, $B \geq 0$ – матриця капіталоемності виробництва, x – вектор ВВП, y – вектор КП, $\dot{x}$ – вектор приростів (похідні по часу).

Після множення (1) зліва на вектор цін p одержуємо вартісний баланс

$$px = pAx + pB\dot{x} + py. \quad (2)$$

Статична гіпотеза: $py = rx$, де r – вектор доданої вартості, означає баланс вартостей попиту і пропозиції.

Динамічна гіпотеза (одна з трьох, а можливо і більше):

1) $\dot{p}Bx + pB\dot{x} = 0$ (незмінність капіталу в часі);

2) $pB\dot{x} = \dot{p}Bx$ (нове виробниче будівництво за рахунок лише інфляції);

3) $pB\dot{x} = (1 + \varepsilon)\dot{p}Bx$ ($\varepsilon > 0$ – коефіцієнт корумпованості).

Вимагаючи при будь-яких виконання статичної та динамічної гіпотез, з (2) одержуємо динамічну модель цін:

$$p = pA + \alpha \dot{p}B + r, \quad (3)$$

де $\alpha = -1, 1$ або $(1 + \varepsilon)$ в залежності від прийнятої динамічної гіпотези.

Досліджуючи магістральні траєкторії рівнянь (1) та (3), одержуємо співвідношення між темпами виробництва та темпами інфляції, що дозволяють, зокрема, оцінити рівень корумпованості.

Література

1 Ляшенко И.Н., Ляшенко Е.И., Онищенко А.М. Экономические гипотезы и двойственная модель Леонтьева «затраты-выпуск». – Bulgaria, Varna. Proc. XI-th Int. Conf. Knowledge-Dialogue-Solution, 2009, pp. 214-222.

ГІСТЕРЕЗИСНІ СТРАТЕГІЇ ДЛЯ $M/M/m/\infty$ - СИСТЕМИ З ПОВТОРНИМИ ВИКЛИКАМИ

Макушенко І.А., Усар І. Я.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
usar@unicyb.kiev.ua

Математичні моделі систем з повторними викликами мають широке застосування в практиці (див.[1],[2]). В даній роботі розглядається система обслуговування з повторними викликами типу $M/M/m/\infty$, в якій інтенсивність вхідного потоку залежить від кількості джерел повторних викликів. Розглядається гістерезисна стратегія керування такою системою. Знайдено умови існування та явні формули для ергодичного розподілу процесу обслуговування. Вивчається задача оптимального вибору порогів перемикання інтенсивності вхідного потоку. Гістерезисні стратегії задаються наступним чином: нехай $h_1 \leq h_2$ - два невід'ємних цілих числа, які називаються порогами. Якщо в даний момент часу кількість повторних викликів $< h_1$, то система працює в першому режимі з інтенсивністю вхідного потоку λ_1 , якщо кількість повторних викликів $\geq h_2$, то в другому режимі з інтенсивністю вхідного потоку λ_2 . Якщо кількість повторних викликів лежить у проміжку $[h_1, h_2)$, то система зберігає той режим, у якому вона працювала до даного моменту.

Розглянута наступна оптимізаційна задача:

$$W(h_1, h_2) = C_1 S_1(h_1, h_2) - C_2 S_2(h_1, h_2) - C_3 S_3(h_1, h_2) \rightarrow \max,$$

де $S_1(h_1, h_2)$ - число вимог, обслуговування яких завершено в системі; $S_2(h_1, h_2)$ - число вимог, які отримали відмову в обслуговуванні і стали повторними викликами; $S_3(h_1, h_2)$ - число перемикань інтенсивності вхідного потоку; C_1 - прибуток, пов'язаний з обслуговуванням одного виклику; C_2 - штраф за

відмову в обслуговуванні; C_3 - штраф за перемикання інтенсивності вхідного потоку. Розв'язком задачі є такі пороги h_1 та h_2 , які максимізують середній прибуток від роботи системи.

Література

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.

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ ТА ВИБОРУ КОМПЛЕКСУ МЕТОДІВ ЛІКУВАННЯ ЗА МЕТОДИКОЮ ТРАДИЦІЙНОЇ КИТАЙСЬКОЇ МЕДИЦИНИ (КОНЦЕПЦІЯ „У-СІН”).

**Марценюк В.П., Вакуленко Д.В., Сугоняк І.І.
dmitro_v@ukr.net**

В 1979 році організація охорони здоров'я дала високу оцінку традиційній китайській медицині (ТКМ), визнавши спершу, що 43 стани можуть бути вилікувані методом голкорексфлексотерапії, в подальшому було визнаною доцільність використання даних методів в поєднанні із традиційною медициною.

Для забезпечення точної діагностики та вибору комплексу методів лікування за теорією „У-СІН” в сучасних умовах є доцільним побудова експертної системи діагностування та визначення методів лікування (надалі ЕСДВМ) за відповідною методикою. Метою даного дослідження є визначення теоретичних засад та розробка проекту блоків діагностики та вибору комплексу методів лікування (надалі ЕСД та ЕСЛ) для даної системи із використанням системного підходу, теорії нечітких множин та методів багатокритеріального аналізу. У відповідності до встановленої мети у в першій частині дослідження були вирішені наступні завдання: визначено та проранжовано множину симптомів захворювання та здійснене лінгвістичне оцінювання абсолютних значень симптомів, що оцінюються за умов діагностики за методикою „У-СІН”; та розроблено структура, математичне та алгоритмічне забезпечення бази знань модуля діагностики; побудовано нечіткий алгоритм формування висновків щодо стану пацієнту за теорією „У-СІН”.

Діаграма класів системи має наступний вигляд:

Класи “Пацієнт”, “Групи”, “Симптоми”, “Хвороби” є довідниковими класами, що зберігають загальні відомості про дані сутності. Клас Ознаки хвороби формується на основі експертних оцінок і зберігає інформацію про нечіткі множини симптомів хвороби у наступному вигляді (#хвороби, #симптому, значення функції належності, якісна оцінка симптому). Клас симптоми пацієнта зберігає відомості результатів обстеження, з яких лікар формує множини симптомів для діагностування.

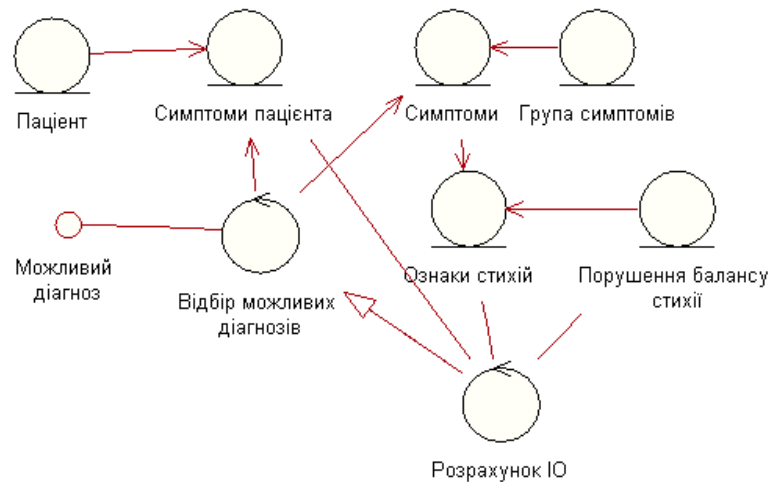


Рис.1. Узагальнена діаграма класів ЕСДЗ

Керуючий клас “Розрахунок ІО” реалізує алгоритм розрахунку інтегральних оцінок захворювань та порівняльних інтегральних оцінок множин симптомів пацієнтів. Клас “Вибір” можливих діагнозів реалізує алгоритм порівняння симптомів та пошуку відповідних порушень, а також алгоритм відбору найбільш ймовірних діагнозів.

Операції обробки даних в системі реалізуються із використанням реляційних операторів структурованої мови запитів та алгоритмічних засобів мов програмування високого рівня.

В другій частині дослідження було визначено та проранжовано множину відхилень стану та здійснене лінгвістичне оцінювання абсолютних значень захворювань, що оцінюються за умов підбору методу лікування за методикою “У-СІН”;

розроблено структуру, математичне та алгоритмічне забезпечення бази знань модуля підбору лікування; побудовано не чіткий алгоритм формування висновків щодо вибору комплексу методів лікування пацієнтів з порушенням визначеними за методикою У-СІН.

Дана система традиційно для СППР, функціонує в трьох режимах: навчання - початкове наповнення бази знань та формування правил, підтримки прийняття рішень – визначення



Рис.2. Узагальнена діаграма класів СППР

плану лікування та його корекція при зміні стану пацієнта; до навчання – внесення нових знань в систему за результатами досліджень та досвіду лікування пацієнтів.

Висновки. В роботі розглянуті загальні аспекти проектування експертної системи діагностики захворювань, формалізовані підходи до діагностування пацієнтів за наявними симптомами та вибір множини ймовірних діагнозів. Запропонована методика прийняття рішень щодо вибору комплексу методів лікування пацієнтів з порушенням визначеними за методикою У-СІН. Розроблено ЕСДЗ для ТКМ.

Впровадження такої системи дозволить скоротити час визначення діагнозу, використати досвід накопичений в ТКМ, щодо

діагностики захворювань та їх лікування, підвищити рівень обґрунтованості та якість прийняття рішень щодо діагностування захворювань. Розроблена система забезпечує вибір комплексу терапевтичних методів, що є оптимальним за ефективністю та збалансованим за часом застосування та навантаженням на пацієнта. Запропонована структура СППР дозволить лікарям, не практикуючим традиційну китайську медицину, визначати плани підтримуючого лікування для пацієнтів що отримують медикаментозну терапію або видужують після хірургічного втручання.

Література

1. Белоусов П. В. Теоретические основы китайской медицины. / П. В. Белоусов. — Алматы, 2004. — 160 с. — (Серия «Китайская чженцю-терапия»).
2. Дивизинюк М. М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности: [монография]/ Дивизинюк М. М., Герасимова Б. М., Субач И. Ю.; под. ред. Герасимова Б. М. – Севастополь: МОУ, 2004. – 320 с.
3. Самохвалов Ю.Я. Экспертное оценивание. Методический аспект/ Ю.Я.Самохвалов, Е.М.Науменко – К.: ДУКІТ, 2007. – 262 с.
4. Самосюк И. З. Интегративная медицина — медицина будущего / Самосюк И. З., Чухраев Н. В. //Научно-практический журнал "Медичний Всесвіт". – 2002. №№1-2.
5. Белоусов П. В. Теоретические основы китайской медицины. / П. В. Белоусов. — Алматы, 2004. — 160 с. — (Серия «Китайская чженцю-терапия»).
6. Саати Т. Принятие решений метод анализа иерархий / Т. Саати; [пер. з с англійської Р. Г. Вачнадзе]. — Москва : «Радио и связь», 1993. — 278 с.
7. Самохвалов Ю. Я. Экспертное оценивание. Методический аспект/Ю.Я.Самохвалов, Е.М.Науменко – К.: ДУКІТ, 2007. – 262 с.
8. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию решений/Заде Л.А.– М.: Мир, 1976. – 165с.

ВИКОРИСТАННЯ ВЕКТОРА ЦИКЛІЧНИХ РИТМІЧНО ПОВ'ЯЗАНИХ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАДАЧАХ ПРОФЕСІЙНОГО ПОЛІГРАФІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

¹Марценюк В.П., ²Лупенко С.А., ¹Сверстюк А.С.

¹Тернопільський державний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського

marceniuk@yahoo.com, sverstyuk@ukr.net

²Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

lupenko@ua.fm

Функціонування організму людини як біофізичної системи супроводжується генеруванням електричних, магнітних, механічних полів, змінами дихання, тиску, шкірно-гальванічної реакції, оптичної густини тканин, що у своїй просторово-часовій структурі відображають функціональний стан психофізіологічної системи людини і дають змогу проводити її діагностику та тестування.

Більшість існуючих методів обробки психофізіологічних сигналів ґрунтуються на математичних моделях у вигляді вектора випадкових величин, стаціонарного випадкового процесу та стохастичного періодичного процесу. Однак, у цих математичних моделях не враховуються важливі властивості досліджуваних біосигналів – мінливість та спільність їх ритму. Враховуючи значне багатоманіття циклічних психофізіологічних сигналів, що використовуються у сучасних поліграфічних системах, враховуючи факт подібності їх просторово-часових структур та генезису, як математичну модель досліджуваних біосигналів доцільно використати вектор циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів. Запропонована математична модель повинна описуватися сукупністю сумісних імовірнісних характеристик, зокрема сумісних функцій розподілу, взаємних змішаних моментних функцій, взаємкореляційними функціями, а також повинна враховувати спільність ритмічної структури досліджуваних сигналів.

При такому уніфікованому підході до моделювання та аналізу психофізіологічних сигналів, відкривається можливість сумісного аналізу декількох циклічних біосигналів, що може суттєво підвищити точність, достовірність та повноту поліграфічного обстеження.

У цьому контексті актуальним є проведення наукових досліджень на предмет обґрунтування, верифікації та застосування вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів як математичної моделі психофізіологічних сигналів з метою їх сумісної обробки та імітації в сучасних комп'ютерних поліграфічних системах.

ТЕРМІНАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ДИСКРЕТНИМИ СИСТЕМАМИ З ОБМЕЖЕННЯМИ

Матвієнко В.Т.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

matv@unicyb.kiev.ua

Задача керування по переводу системи керування з початкової точки фазового стану у фінальний стан є основною задачею теорії керування (задача термінального керування). У разі системи керування з дискретним аргументом для цієї задачі описано повну множину її розв'язків. Цікавішим з практичної точки зору є задача оптимального переводу початкового стану динамічної системи у фінальний стан.

Розглянемо для цілком керованої дискретної системи керування задачу термінального керування, що переводить систему $x(i+1) = A(i)x(i) + B(i)u(i)$, $i = 0, 1, 2, \dots, N$ (1) з початкового стану $x(0) = 0$ в кінцевий стан $x(N+1) = x_{(1)}$ і при цьому мінімізується наступний критерій якості

$$I(v) = \sum_{i=1}^l (x(k_i) - \bar{x}(k_i))^T F(k_i) (x(k_i) - \bar{x}(k_i)). \quad (2)$$

Тут $F(k_i)$ – симетричні вагові матриці розмірності $n \times n$, наперед задані вектори $\bar{x}(k_i)$ розмірності n , $k_1 < k_2 < k_3 < \dots < k_l$, v – вектор довільних параметрів розмірності $m(N+1)$. Ця постановка задачі дозволяє визначити оптимальне термінальне керування, при цьому траєкторія системи (1) проходить найближче до наперед заданих точок $\bar{x}(k_i)$, $i = 1, 2, \dots, l$.

Записавши необхідні умови мінімуму критерію (2), одержимо систему алгебраїчних рівнянь для визначення вектора параметрів $v^T = (v^T(0), v^T(1), \dots, v^T(N))$,

$$Qv = d. \quad (3)$$

Розв'язок системи (3) існує і єдиний, якщо $d^T Z(Q^T) d = 0$, $\det Q^T Q > 0$, де $Z(Q^T) = I_{m(N+1)} - QQ^+$.

Одержано оптимальний розв'язок задачі термінального керування з дискретним аргументом, при цьому траєкторія системи проходить найближче до наперед заданих точок.

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ЗАДАЧА З НЕЧІТКОЮ ЦІЛЛЮ

Мащенко С.О., Бовсунівський О.М.

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка
msomail@yandex.ru, bovs@email.ua

У доповіді розглядається задача багатокритеріальної оптимізації з нечіткою ціллю у наступній постановці. Нехай $f_i(x)$, $i \in N = \{1, \dots, n\}$, - функції (критерії), які визначені на множині альтернатив X . Вони характеризують корисність альтернатив $x \in X$ для особи, що приймає рішення (ОПР), за відповідними показниками, які, без обмеження загальності, максимізуються. У деяких випадках ОПР не може чітко вказати, які критерії $f_i(x)$, $i \in N$, характеризують її ціль, але може задати деяку нечітку підмножину $\tilde{N} \subseteq N$ цих критеріїв.

У доповіді пропонується підхід до вибору альтернатив, які можна вважати розв'язком задачі: $f_i(x) \rightarrow \max_{x \in X}$, $i \in \tilde{N}$. Цей підхід заснований на побудові агрегованої нечіткої цілі ОПР як нечіткого відношення $\tilde{R} = \bigcap_{i \in \tilde{N}} R_i$, де бінарні відношення

$R_i: xR_i y \Leftrightarrow f_i(x) \geq f_i(y)$, $\forall x, y \in X$, $i \in N$. За [1] відношення $\tilde{R}$ є нечітким відношенням типу 2. Розв'язком задачі багатокритеріальної оптимізації з нечіткою ціллю вважається множина альтернатив, які є недомінованими [2] за нечітким відношенням $\tilde{R}$ типу 2. Встановлений зв'язок цієї множини з

множиною Парето задачі: $f_i(x) \rightarrow \max_{x \in X}$, $i \in N$, та обґрунтоване існування максимізуючої нечіткої альтернативи.

Література

1. Мащенко С.О. Нечеткие индивидуально-оптимальные равновесия // Кибернетика и вычислительная техника. – 2010. – Вып.159. – с.19-29.
2. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. -М.: Наука, 1981. – 208 с.

ПРО МАТРИЧНИЙ КРИТЕРІЙ СПОСТЕРЕЖЕНОСТІ

Меньшиков Ю.Л.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
Menshikov2003@list.ru

При вивченні динамічних процесів важливою є проблема спостереження змінних стану [1,2,3]. У цих роботах отримано матричний критерій повної спостережності динамічного процесу, який формулюється наступним чином: динамічна система вигляду

$$\dot{x}(t) = A x(t) + B z(t), \quad (1)$$

$$y(t) = G^* x(t), \quad t \in [0, T], \quad (2)$$

є повністю спостережуваною, якщо ранг матриці S_n дорівнює n ,

де $S_n = (G, A^* G, A^{*2} G, \dots, A^{*(n-1)} G)$; $x(t)$ – вектор-функція змінних стану розміром n , $z(t)$ – вектор-функція зовнішніх впливів розміром m , $y(t)$ – вектор-функція змінних виходу розміром r ; A, B, G^* – матриці відповідної розмірності з постійними коефіцієнтами, $(\cdot)^*$ – знак транспонування.

Якщо критерій виконується, тоді змінні стану знаходяться єдиним чином з системи

$$y(t) = S_n^* x(t), \quad t \in [0, T], \quad (3)$$

де матриця S_n^* складена з будь-яких n лінійно незалежних рядків.

Вивчаються властивості динамічних систем коли критерій спостережності не виконується.

Як приклад розглянуто задачу спостереження для математичної моделі головної механічної лінії прокатного стану з прямокутною матрицею G^* .

Література

1. Kalman R.E. On the general theory of control systems. –Proc. First. Int. Federation Automat. Control. Butterworths, London, 1961.
2. Kalman R.E. Contributions to the theory of optimal control.–Bul. Soc. Mat. Mexicana, 1960.
3. Куржанский А.Б. Управление и наблюдение в условиях неопределенности. – М.: Наука, 1977. – 393с.
4. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Линейная алгебра. М., 1978.–304с.
5. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. -М.: Наука, 1979. –288 с.

ПРО ОДНУ ЗАДАЧУ ФІЛЬТРАЦІЙНОЇ КОНСОЛІДАЦІЇ ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТІВ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ХІМІЧНОЇ СУФОЗІЇ В НЕІЗОТЕРМІЧНИХ УМОВАХ

Мічута О. Р., Власюк А. П., Мартинюк П. М.

Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне

michuta@ukr.net

Математичну модель одновимірної задачі фільтраційної консолідації засоленого ґрунту з урахуванням впливу хімічної суфозії в неізотермічних умовах, з урахуванням результатів робіт [1-3], в загальноприйнятих позначеннях, можна описати наступною крайовою задачею:

$$\frac{1+e}{\gamma a} \left(\frac{\partial}{\partial x} \left(K_h(c, T, N) \frac{\partial h}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial x} \left(K_c(c) \frac{\partial c}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial x} \left(K_T \frac{\partial T}{\partial x} \right) \right) + \frac{\varepsilon(1+e)}{\gamma \rho_s a} \left(\frac{\partial(nc)}{\partial t} - e \frac{\partial N}{\partial t} \right) = \frac{\partial h}{\partial t}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial c}{\partial x} \right) - u \frac{\partial c}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(D_T \frac{\partial T}{\partial x} \right) = n \frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial N}{\partial t}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) - u c_p \rho \frac{\partial T}{\partial x} = c_T \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (3)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} = -\gamma_m (C_m - c) N^\alpha, \quad (4)$$

$$u = -K_h(c, T, N) \frac{\partial h}{\partial x} + K_c(c) \frac{\partial c}{\partial x} + K_T \frac{\partial T}{\partial x}, \quad (5)$$

$$h(x, 0) = \frac{q}{\gamma}, \quad c(x, 0) = C_0(x), \quad N(x, 0) = N_0(x), \quad T(x, 0) = T_0(x), \quad (6)$$

$$u|_{x=0} = 0, \quad h(l, t) = 0, \quad c(0, t) = C_1(t), \quad \left. \frac{\partial \alpha(x, t)}{\partial x} \right|_{x=l} = 0, \quad (7)$$

$$T(0, t) = T_1(t), \quad \left. \frac{\partial T(x, t)}{\partial x} \right|_{x=l} = 0, \quad (8)$$

$$\frac{dl(t)}{dt} = - \int_{l(t)}^l \frac{1}{(\rho_s - (1+e)N)(1+e)} \left(\gamma \rho_s a \frac{\partial h}{\partial t} + (1+e) \frac{\partial N}{\partial t} \right) dx, \quad (9)$$

де $x \in [0; l]$, $t \in [0; t_0]$; $C_0(x)$, $T_0(x)$, $N_0(x)$, $C_1(t)$, $T_1(t)$ – задані функції. Рівняння (1) описує процес фільтраційної консолідації засоленого ґрунту з урахуванням впливу температури. Співвідношення (9) – кінематична гранична умова на рухомій верхній межі масиву ґрунту, яка визначається рівнянням $x = l(t)$. В даній умові враховано просідання залежно від динаміки зміни надлишкових напорів в поровій рідині, а також від зміни концентрації солей в твердій фазі ґрунту.

Чисельний розв'язок вищенаведеної нелінійної крайової задачі знайдено безсітковим методом радіальних базисних функцій [3].

Результати чисельних експериментів показали, що в процесі тривалої фільтраційної консолідації і наявності хімічної суфозії в неізотермічних умовах здійснюється значне вилугування сольового комплексу. Це сприяє порушенню структури та стійкості ґрунту, зменшенню його міцності, внаслідок чого відбувається суфозійне осідання поверхні ґрунту і виникають значні деформації будівель, що розміщені на них (ґрунтах).

Література

1. Власюк А. П. Числове розв'язання одновимірної задачі фільтраційної консолідації засолених ґрунтів в неізотермічному режимі / А. П. Власюк, П. М. Мартинюк, О. Р. Фурсович // Матем. методи та фіз.-мех. поля. – 2008. – 51, № 1. – С. 197-204.

2. Власюк А. П., Математичне моделювання консолідації ґрунтів при фільтрації сольових розчинів в неізотермічних умовах / А. П. Власюк, П. М. Мартинюк. - Рівне: Вид-во УДУВГП, 2008. – 416 с.
3. Власюк А. П. Чисельне розв'язання задач консолідації та фільтраційного руйнування ґрунтів в умовах тепломасопереносу методом радіальних базисних функцій / А. П. Власюк, П. М. Мартинюк. – Рівне: Вид-во НУВГП, 2010. – 277 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПУ ТЕХНІЧНОГО ПРОГРЕСУ НА ОСНОВІ ВИРОБНИЧОЇ ФУНКЦІЇ

Назарага І.М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
inna_na@ukr.net

У доповіді розглянуто проблеми дослідження темпу технічного прогресу (див., наприклад, [1]) та запропоновано підхід до його визначення як ендogenous показника. Такий підхід базується на використанні комплексної математичної моделі економічних процесів в Україні [2] та передбачає взаємодію факторів сукупного попиту та сукупної пропозиції з ендogenous визначенням інфляції.

Темп технічного прогресу γ пропонується визначити з рівняння для знаходження випуску товарів і послуг V_t :

$$V_t = e^{\gamma t} (\xi_t N_t W_t)^{\beta_t} (\mathcal{G}_t K_t)^{1-\beta_t}, \quad (1)$$

де ξ_t – коефіцієнт зайнятості; N_t – загальна чисельність зайнятих; W_t – середньорічна номінальна заробітна плата; β_t – коефіцієнт еластичності при витратах праці; $\mathcal{G}_t$ – коефіцієнт завантаження виробничого капіталу; K_t – виробничий капітал.

Рівняння (1) зводиться до рівняння:

$$\ln \text{Pr}_t = \gamma t + (1 - \beta_t) \ln \mathcal{G}_t, \quad (2)$$

де $\text{Pr}_t = \frac{V_t}{(\xi_t N_t W_t)^{\beta_t} K_t^{1-\beta_t}}.$

Оскільки для минулих періодів значення Pr_t відомі, то (2) – вкладається у схему лінійної регресії і значення темпу технічного прогресу γ можна знайти методом найменших квадратів.

Література

1. Денисюк В. Теоретико-методологічні підходи до визначення внеску науково-технічного прогресу в моделі економічного зростання / В. Денисюк, Ю. Харазішвілі // Банківська справа – 2010. – № 6 – с. 6 – 21.
2. Донченко В.С. Програмне забезпечення для прогнозування основних макроекономічних показників економіки України / В.С. Донченко, І.М. Назарага // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Серія: фізико-математичні науки. – 2010. – Випуск 4. – с. 118 – 123.

ЗАДАЧІ ГАРАНТОВАНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ В ДИНАМІЦІ КВАНТОВОЇ ТЕОРІЇ СИСТЕМ

Наконечний О.Г.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
nakonechniy@unicyb.kiev.ua

Динаміка квантової теорії систем в термінах змішаного стану описується операторнозначною функцією щільності $\rho(t)$, яка є розв'язком рівняння

$$i \frac{d\rho(t)}{dt} = H\rho(t) - \rho(t)H, \quad (1)$$
$$\rho(t_0) = \rho_0,$$

де ρ_0 , H - лінійні ермітові оператори, що діють в гільбертовому просторі X над полем комплексних чисел, причому ρ_0 є невід'ємно-означеним оператором Гільберта-Шмідта, а оператор H має щільну область визначення. Розв'язок рівняння (1) розуміється в сильному сенсі. Припускається, що оператор H залежить від випадкового параметру, а функція ρ_0 - невідома.

На інтервалі часу (t_0, t_1) при деяких значеннях H та ρ_0 - відомі функції $y_k(t) = sp\Pi_k(t)\rho(t) + \xi_k(t)$, $k = \overline{1, N}$, де $\Pi_k(t)$ - оператори Гільберта-Шмідта, $\xi_k(t)$ - реалізації випадкових процесів із нульовими середніми та невідомими кореляційними функціями, що належать деякій області R .

Нехай $L(\rho)$ - лінійний функціонал вигляду

$$L(\rho) = \int_{t_0}^{t_1} spL(t)\rho(t)dt + spL_1\rho(t_1),$$

в якому $L(t), L_1$ - оператори Гільберта-Шмідта.

Досліджуються проблеми знаходження лінійних оцінок вигляду

$$\hat{L}(\rho) = \sum_{k=1}^N \int_{t_0}^{t_1} u_k(t)y_k(t)dt + c,$$

де комплекснозначні функції $u_k(t)$ та комплексна величина c знаходяться із умови

$$(u_1, \dots, u_N, c) \in \text{Arg min } \sigma^2(u, c),$$

де

$$\sigma^2(u, c) = \sup_{\rho_0, \xi_k} E |L(\rho) - \hat{L}(\rho)|^2.$$

Вивчається питання про існування таких оцінок. При певних обмеженнях на оператор ρ_0 та кореляційні функції $\xi_k(t)$ показується, що функції $u_1, \dots, u_N$ знаходяться як розв'язок системи лінійних інтегральних рівнянь, а константа c виражається через ці функції.

Література

1. Наконечний О.Г., Жук С.М. Оцінювання розв'язків алгебраїчно-диференціальних рівнянь в умовах невизначеності. – Рівне, 2009. – 118 с.
2. Хелстром К. Квантовая теория проверки гипотез и оценивание. – М.: Мир, 1979. – 344 с.

**СТІЙКІСТЬ В СЕРЕДНЬОМУ КВАДРАТИЧНОМУ
РОЗВ'ЯЗКІВ АВТОНОМНИХ ДИФУЗІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ
СИСТЕМ З ПІСЛЯДІЄЮ З УРАХУВАННЯМ ЗОВНІШНІХ
ВИПАДКОВИХ ВПЛИВІВ**

Наконечний О.Г., Нікітін А.В., Ясинський В.К.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
nik_tol@rambler.ru

Нехай на ймовірному базисі $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{F}, \mathbb{P})$ задано лінійне дифузійне стохастичне диференціально-функціональне рівняння (ДСДФУ) з випадковим збуренням

$$dy(t) = a(y_t)dt + f(\xi(\omega))b(y_t)dW(t) \quad (1)$$

з початковими умовами

$$y(\theta + s) = \varphi(\theta) \text{ при } \forall \theta \in [-h, 0], h > 0. \quad (2)$$

Тут $a(\varphi)$, $b(\varphi)$ – лінійні неперервні відображення з $C_n([-\tau, 0])$ в $\mathbb{R}^n$; $y_t \equiv \{y(t + \theta), \theta \in [-\tau, 0]\}$ – відрізок траєкторії; $W(t) \equiv W(t, \omega) : [0, \infty) \times \Omega \rightarrow \mathbb{R}^1$ – скалярний процес броунівського руху, $\xi(\omega) : \Omega \rightarrow \mathbb{R}^1$ – випадкова величина із законом розподілу $F_\xi(x)$ (чи щільністю $p_\xi(x)$), $f : \mathbb{R}^1 \rightarrow \mathbb{R}^1$ – бєрова функція, $f(\xi(\omega))$ не залежить від броунівського процесу, а $\mathbb{E}\{f^2(\xi)\} < \infty$, $\mathbb{E}\{\cdot\}$ – операція взяття математичного сподівання.

Нехай виконуються умови:

A) функціонали $a, b \in \mathbb{C}^*([-h, 0])$ як коефіцієнти ДСДФУ (1) неперервні;

B) $a(0) = 0$; $b(0) = 0$.

Тоді ДСДФУ (1) можна подати у вигляді

$$dy(t) = \langle a, y_t \rangle dt + f(\xi(\omega)) \langle b, y_t \rangle dW(t). \quad (3)$$

Означення 1. Тривіальний розв'язок $y(t) \equiv 0$ ДСДФУ (1), (2) при виконанні умови B) називається експоненційно стійким у середньому квадратичному в цілому, якщо існують такі константи $B > 0$ та $\tau > 0$, що при деякому $\delta > 0$ і $\forall t \geq s \geq 0$ виконана нерівність

$$\|y_t(s, \varphi)\|_1^2 \equiv \max_{-h \leq \theta \leq 0} \mathbb{E}\{|y_t(s, \varphi)|^2\} \leq$$

$$\leq B e^{-\tau(t-s)} \max_{-h \leq \theta \leq 0} \mathbb{E}\{|\varphi(\theta)|^2\} \equiv B e^{-\tau(t-s)} \|\varphi\|_1 \quad (4)$$

для $\forall \|\varphi\|_1 < +\infty$.

Теорема 1. Нехай виконані умови A) та B). Тоді тривіальний розв'язок $y(t, s, \varphi) \equiv 0$ ДСДФУ (1), (2) є експоненційно стійким у середньому квадратичному в цілому тоді і тільки тоді, коли

1) усі розв'язки ДФУ (3) експоненційно спадають при $t \rightarrow \infty$;

2) виконується умова $\langle g, y_{t+s}(s, \varphi) \rangle \in \mathbb{H}_1 \quad \forall s \in \mathbb{R}_+$,

$\forall \varphi \in \mathbb{C}([-h, 0]), \quad g \in \mathbb{C}^*([-h, 0])$.

Література

1. Гихман И.И. Стохастические дифференциальные уравнения и их приложения / И.И. Гихман, А.В. Скороход – Киев: Наукова думка, 1982. – 612 с.

ПРО ШВИДКІСТЬ РОСТУ НЕРЕГУЛЯРНОГО МАРТИНГАЛА

Негадайлов Павло, Полоцький Сергій

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

npasha@list.ru, pilot_ser@mail.ru

Нехай $S(\cdot)$ - точковий процес на прямій з точками $\infty > A_1 \geq A_2 \geq \dots$. Розглянемо гіллясте випадкове блукання, породжене цим точковим процесом. Позначимо через A_u зміщення позиції індивідуума u відносно його матері. Відзначимо, що розподіли послідовностей $\{A_u : |u| = 1\}$ та $\{A_i : i = 1, 2, \dots\}$ однакові, де запис $|u| = n$ означає, що розглядаються індивідууми n -го покоління.

Якщо існує $\gamma > 0$ таке, що

$$m(\gamma) := \mathbb{E} \sum_{|u|=1} e^{\gamma A_u} < \infty,$$

то визначимо послідовність випадкових величин

$$W_n := \frac{1}{m^n(\gamma)} \sum_{|u|=n} e^{\gamma A_u}, \quad n = 1, 2, \dots$$

Відзначимо, що $\mathbb{E} W_n = 1, n = 1, 2, \dots$. При $n = 1, 2, \dots$

позначимо через $S^{(n)}$ точковий процес, що описує розташування на дійсній осі індивідуумів n -го покоління. Нехай $F_n = \sigma(S^{(1)}, \dots, S^{(n)})$ – σ -алгебра, що породжена точковими процесами $S^{(1)}, S^{(2)}, \dots$. Послідовність $(W_n, F_n), n = 1, 2, \dots$ є (невід'ємним) мартингалом і, отже, збігається м.н.

В більшості робіт, пов'язаних з гіллястими випадковими блуканнями, накладається умова $M := S(R) < \infty$ м.н. величина M може бути детермінованою або випадковою, скінченною або нескінченною з додатною ймовірністю. Для подальшого важливо, щоб популяція виживала з додатною ймовірністю, тобто щоб гіллясте випадкове блукання було надкритичним. Тому у випадку $P\{M < \infty\} = 1$ припускається виконаною нерівність $EM > 1$.

Покладемо $R_i := \frac{e^{\gamma A_i}}{m(\gamma)}$. Нехай Z – випадкова величина, розподіл якої задається рівністю

$$Ef(Z) = E \sum_{i=1}^M R_i f(R_i),$$

що виконується для довільної обмеженої борелівської функції f . Відзначимо, що розподіл випадкової величини Z не має атома в нулі.

Теорема 1. Якщо $E \log Z = 0$, та $P\{\log Z > x\}$ правильно змінюється з параметром $-\alpha$ ($1 < \alpha < 2$) і для деякого $\varepsilon > 0$ $EW_1(\log^+ W_1)^{\alpha+\varepsilon} < \infty$, то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{EW_n(\log^+ W_n)}{b_n} = ER = \text{const},$$

де $b_n = n^{1/\alpha} h(x)$ – нормуючі константи, $h(x)$ – функція, що повільно змінюється, а випадкова величина R має стійкий розподіл з параметром α .

Зазначимо, що за умов теореми мартингал W_n не є регулярним (рівно-мірно інтерговним).

СТАБІЛІЗАЦІЯ СТОХАСТИЧНИХ ДИФУЗІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ВИПАДКОВОЇ СТРУКТУРИ ІЗ ЗОВНІШНІМИ МАРКОВСЬКИМИ ПЕРЕМИКАННЯМИ

Нікітін А.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

nik_tol@rambler.ru

Нехай перехідний процес $x \equiv x(t) \in \mathbf{R}^m$ випадкової динамічної системи задано дифузійним стохастичним диференціальним рівнянням (ДСДР)

$$dx = a(t, \xi(t), x, u)dt + b(t, \xi(t), x, u)dW(t) + \int_{\mathbf{Z}} c(t, \xi(t), x, u)\tilde{V}(dz, dt) \quad (1)$$

із зовнішніми марковськими перемиканнями

$$\Delta x(t)|_{t=t_k} = g(t_k-, \xi(t_k-), x(t_k-), \eta_k), \quad (2)$$

і з початковою умовою

$$x(t_0) = x_0 \in \mathbf{R}^m, \xi(t_0) = y \in \mathbf{Y}, \eta_{k_0} = h \in \mathbf{H}, \quad (3)$$

де $t_k \in S \equiv \{t_n \uparrow, n \in \mathbf{N}\}$, $\lim_{n \rightarrow \infty} t_n = +\infty$.

Сформулюємо задачу про стабілізацію в припущенні, що геометричні обмеження на керування відсутні, тобто компоненти $u_i, i = \overline{1, 2}$, вектора $u \in \mathbf{R}^r$ можуть приймати як завгодно великі значення, за виключенням $\pm \infty$:

Для ДСДР (1) із заданими умовами стрибка фазового вектора $x \in \mathbf{R}^m$ і перемиканнями (2) необхідно побудувати таке керування $u(t, y, x, h)$, що задовольняє умову $u(t, y, 0, h) \equiv 0$, щоб незбурений рух $x(t) \equiv 0$ системи (1)-(3) був асимптотично стійкий за ймовірністю в цілому, тобто при будь-яких початкових умовах з області (3).

Єдине керування слід вибрати з вимоги найкращої якості перехідного процесу, яка виражається у вигляді умови знаходження мінімального значення функціоналу

$$I_u(t_0, y_0, x_0, \eta_{k_0}) \equiv \sum_{k=0}^{\infty} \int_{t_k}^{t_{k+1}} E \{ W(t, \xi(t), x[t], \eta_k, u[t]) / \xi(t_0) = y_0, x(t_0) = x_0, \eta_{k_0} \} dt, \quad (4)$$

тут $W(t, y, x, \eta_k, h, u) \geq 0$ – невід’ємна функція, $u \in \mathbf{R}^r$; $E\{\circ/\circ\}$ – символ умовного математичного сподівання, $u[t] = u(t, \xi(t), x[t], \eta_k)$, яке реалізується ДСДР (1) при $u \equiv u(t, y, x, h)$, $x[t], u[t]$ – це відповідно траєкторія і керування системи (1), яке породжене заданим фіксованим керуванням $u \equiv u^*(t, y, x, h)$.

Література

1. Андреева Е. А. Управление системами с последствием / Е.А. Андреева, В.Б. Колмановский, Л.Е. Шайхет — Москва: Наука, 1992. — 336 с.

МОДЕЛІ ДАНИХ З НЕЧІТКОЮ СТРУКТУРОЮ ТА ЇХ ОБРОБКА

Нікітченко М.С., Россада Т.В., Шкільняк С.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
nikitchenko@unicyb.kiev.ua, trossada@mail.ru,
sssh@unicyb.kiev.ua

Проблема, яка розглядається в даній доповіді, індукована необхідністю організації роботи з напівструктурованими даними. Такі дані характеризуються нерегулярною, нечіткою структурою, яка може змінюватись протягом обробки. Напівструктуровані дані зазвичай подають у вигляді деревовидної структури, гілки якої позначені іменами, а листки – базовими значеннями. Такий спосіб подання даних [1] є відносно новим, він не повністю узгоджується із традиційними моделями даних. Але цей спосіб видається вельми зручним для вирішення таких актуальних проблем, як подання даних з Web, створення гнучкої системи обміну даними між різнорідними базами даних тощо. Водночас виникають складнощі роботи з напівструктурованими даними. Це проявляється у тому, що, по-перше, необхідно забезпечити отримання «правильного»

результату незалежно від певних трансформацій структури даних, по-друге, необхідно розробити ефективні алгоритми обробки таких даних.

В пропонованій доповіді на основі поняття номінативних даних [2] визначено та досліджено моделі даних з нечіткою структурою. Введено спеціальні класи таких даних – унікальноіменні та індексовані дані. Визначені спеціальні базові функції та композиції над такими даними, зокрема, іменування, розіменування, накладання, множення, цикл та присвоєння. Розглянуто модифікований варіант мови програмування SICON над даними з нечіткою структурою. Доведено теореми про номінативну стабільність програм цієї мови відносно певних змін структур унікальноіменних та індексованих даних.

Література

1. Buneman P. Semistructured data proceeding // PODS '97 proceedings of the sixteenth ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART symposium on Principles of database systems. – 1997.
2. Никитченко Н.С. Композиционно-номинативный подход к уточнению понятия программы // Проблемы программирования. – 1999. – № 1. – С. 16–31.

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВПЛИВІВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ

Ночвай В.І.

Національний університет державної податкової служби України,
Інститут проблем моделювання в енергетиці ім.Г.Є.Пухова НАНУ

fhvortex@yahoo.com

Для оптимізації режиму електроенергетичної системи використовують цільові функціонали, що враховують затрати на виробництво електроенергії, технологічні обмеження, втрати потужностей в мережах, та шкоду для довкілля від роботи електростанцій [1,2]. Розглянута задача оптимізації режимів роботи теплоелектростанцій відносно зменшення ризиків шкідливих впливів на довкілля. Задача оптимізації формулюється як мінімізація сумарних затрат на виробництво електроенергії теплоелектростанціями та мінімізація втрат в електричних мережах. При цьому, оптимальний режим шукається в допустимій області технологічних обмежень на потужність що

генерується $P_{\min} \leq P_i \leq P_{\max}$. Нормативи граничнодопустимих концентрацій для j -ої домішки в заданих екологічних зонах, $k=1, 2, \dots, n$ задамо у формі обмежень: $c(Q)_{kj} \leq c_{kj\text{доп}}$, $j=1, 2, \dots, m$. Збитки навколишньому середовищу можуть бути оцінені функціоналом $\sum_{i=1}^n c_{\hat{a}} Q_i \rightarrow \min$, $c_{\hat{a}}$ – питома шкода від шкідливих викидів Q_i в атмосферу. Вартість шкоди довікілю можна співставити ставкам плати за викиди, наведеним в Податковому кодексі України.

Задача багатокритеріальної оптимізації розв'язується методом векторної релаксації з використанням штрафних функцій. Модель прийняття рішень може використовуватись у алгоритмах підтримки прийняття рішень регіональних систем управління в енергетиці та екології.

Література

- 1 Гаврилов А., Махнитко А. Анализ воздействия режимов работы тепловых электростанций на окружающую среду. *Elektroenergetika Journal*. Vol. 1 No. 2, December 2008, p.27-32.
- 2 L. Xuebin. Study of multi-objective optimization and multi-attribute decision-making for economic and environmental power dispatch / *Electric Power Systems Research* 79, 2009, p.789–795.

ТРИКРОКОВИЙ ГРАДІЄНТНИЙ МЕТОД

Огородник Н.П.

Львівський національний університет імені Івана Франка
ogorodnyk.nataly@gmail.com

Розглянемо задачу безумовної мінімізації

$$f(x) \rightarrow \min_{x \in R^n}, \quad (1)$$

де $f: R^n \rightarrow R$.

Для розв'язування задачі (1) класичним методом першого порядку є градієнтний метод наступного вигляду

$$x_{k+1} = x_k - \alpha_k f'(x_k). \quad (2)$$

Параметр α_k повинен забезпечувати монотонне спадання функції $f(x)$. До недоліків методу (2) відносять його повільну збіжність. В статті [1] пропонується двокрокова модифікація

градієнтного методу, яка показала кращі результати в сенсі кількості обчислень при практичному застосуванні.

Використовуючи двокрокову модифікацію градієнтного методу з [1] та ідею побудови трикрокових методів пропонується наступна трикрокова модифікація градієнтного методу:

$$v_k = x_k - \alpha_k f'(x_k), \quad (3)$$

$$u_k = x_k - \beta_k (\lambda f'(x_k) + (1 - \lambda) f'(v_k)) f'(x_k), \quad (4)$$

$$x_{k+1} = u_k + \gamma_k (v_k - u_k), \quad (5)$$

$$\gamma_k = \arg \min_{\gamma} f(u_k + \gamma(v_k - u_k)). \quad (6)$$

Досліджено збіжність даного методу. Вдалося встановити його лінійну швидкість збіжності, проте знаменник швидкості збіжності методу (3) – (6) є менший, ніж знаменник швидкості збіжності двокрокового градієнтного методу запропонованого в [1].

При практичній апробації трикроковий метод (3)-(6) показав кращу збіжність в сенсі кількості ітерацій та кількості обчислень, ніж двокроковий метод із [1]. Особливо цей ефект відчутний у випадку функцій типу яру.

Література

1. Бартіш М. Я. Про деякі модифікації градієнтного методу / М.Я. Бартіш, Н.П. Гут // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. прикл. мат. та інформ. – 2005. – №10. – С.3-8.

ДЕЯКІ ЗАУВАЖЕННЯ ПРИ ПРИЙНЯТТІ РІШЕНЬ В УМОВАХ РИЗИКУ

Павлюченко О. Г.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
pavolg@ukr.net

Поняття ризику часто використовується в іграх з природою (середовищем). Потрібно серед $(i = 1, \dots, m)$ можливих рішень прийняти оптимальне за визначеним критерієм. Якщо невідома інформація про ймовірності станів середовища, оптимальна стратегія визначається за критеріями Вальда, Лапласа, Севіджа, Гурвіца, Байеса та ін. Критерій Вальда застосовується у випадках, коли особа, яка приймає рішення, схильна до песимізму.

Критерій Севіджа дає можливість не допустити занадто важких наслідків помилкового рішення особи, що його приймає. Цей критерій теж песимістичний, але при виборі оптимальної стратегії

орієнтується не на виграш, а на ризик недоотримання прибутку. Обирається в якості оптимальної та стратегія, за якої величина втрат немаксимальна.

Втрачений прибуток при цьому розраховують окремо для кожного стану середовища, віднімаючи від максимального значення кожного стовпчика матриці гри поточне значення, що відповідає вибраній стратегії. Критерії Вальда і Севіджа в багатьох прикладах приводять до різних результатів. Чисельні розрахунки дають суперечливі рішення тому, що ми всі можливі значення в критерії Севіджа ставимо в однакові умови, а фактично елементи матриці ризиків залежать від припущення одного із можливих станів середовища, для якого вибирається своє максимальне значення і від нього вираховується відхилення. Тому, гарантовано знайти рішення з мінімальним ризиком за критерієм Севіджа неможливо, хоча зустрічаються публікації, де вказаному критерію приписують мінімізацію ризиків. Для прийняття більш обґрунтованих рішень потрібно використовувати елементи математичної статистики.

ГАРАНТОВАНЕ ОЦІНЮВАННЯ В СИСТЕМАХ ЗІ ЗМІННОЮ ВИМІРНІСТЮ ФАЗОВОГО ПРОСТОРУ

Паращук Х.Ф.

Чернівецький торговельно-економічний інститут КНТЕУ
kr-paraschuk@mail.ru

Розглянемо систему

$$\frac{dx^{(j)}(t)}{dt} = A_j(t)x^{(j)}(t) + B_j(t)u^{(j)}(t) + f^{(j)}(t), \quad t \in \tau_j, \quad (1)$$

за умов зміни вимірності фазового простору

$$x^{(j)}(t_{j-1}) = C_j x^{(j-1)}(t_{j-1}) + \eta^{(j)}, \quad j = \overline{1, N}, \quad (2)$$

на проміжку $[T_0, T_1]$ з розбиттям $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N$ ($\tau_j = [t_{j-1}, t_j]$, $j = \overline{1, N-1}$, $\tau_N = [t_{N-1}, t_N]$), де $A_j(t)$, $B_j(t)$ – лінійні неперервні оператори в гільбертовому просторі $L_{p_j}(\tau_j)$, $p_j \geq 1$, $x^{(j)}(t) \in R^{n_j}$, $u^{(j)}(t) \in R^{m_j}$, $f^{(j)}(t)$ – деякі невідомі вектори розмірності n_j з простору $L_{p_j}(\tau_j)$, $p_j \geq 1$, $t \in \tau_j$, C_j – відомі сталі матриці

розмірності $n_j \times n_{j-1}$, причому $C_1 = E_1$ – одинична матриця порядку n_1 , $\eta^{(j)}$ – деякі невідомі вектори розмірності n_j з простору $L_{p_j}(\tau_j)$, $p_j \geq 1$, причому $\eta^{(1)} = 0$, $x^{(1)}(t_0) = x_0^{(1)}$. Тобто ми вважаємо, що $x^{(1)}(t_0) = x^{(0)}(t_0) = x_0^{(1)}$.

Нехай на проміжку τ_j спостерігається вектор-функція

$$y^{(j)}(t) = H_j(t)x^{(j)}(t) + v^{(j)}(t), \quad (3)$$

де $H_j(t)$ – лінійний неперервний оператор з гільбертового простору $L_{p_j}(\tau_j)$, $p_j \geq 1$, $x^{(j)}(t)$ – розв’язок (1) за деякої функції $f^{(j)}(t)$, $v^{(j)}(t) \in R^{m_j}$ – деяка невідома функція з простору $L_{p_j}(\tau_j)$, $j = \overline{1, N}$.

Знайдена мінімаксна оцінка кінцевого стану $x^{(N)}(t_N)$ системи (1) за умов (2).

ПРО БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНУ ОПТИМІЗАЦІЮ СИСТЕМ З ПОВТОРНИМИ ВИКЛИКАМИ

Пономарьов В.Д.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
vponomarov@gmail.com

В роботі розглядається багатокритеріальна задача оптимізації прибутку від роботи системи з повторними викликами та керованою інтенсивністю обслуговування. Характерною особливістю даного класу стохастичних систем є те, що вимога, яка отримала відмову в обслуговуванні, через випадковий час повертається до системи. Інтенсивність обслуговування в будь-який момент часу залежить від довжини черги повторних викликів. Не обмежуючи загальності будемо вважати, що система може функціонувати в одному з r режимів, а стратегія керування H задає алгоритм перемикання між ними.

Нехай

$f_i(t, H)$ – число вимог, обслуговування яких завершено до моменту t при роботі системи в i -ому режимі;

$f_{r+1}(t, H)$ – число вимог, які отримали відмову в обслуговуванні і стали повторними викликами;

$f_{r+2}(t, H)$ – число перемикачів інтенсивності обслуговування.

Границі $\lim_{t \rightarrow \infty} t^{-1} f_i(t, H)$ позначимо через $f_i(H)$, $i=1, \dots, r+2$.

Задачу оптимізації прибутку від роботи системи можна сформулювати у такому вигляді:

$$f_i(H) \rightarrow \max, i=1, \dots, r, f_{r+1}(H) \rightarrow \min, f_{r+2}(H) \rightarrow \min.$$

В залежності від особливостей функціонування стохастичної системи і від типу стратегії керування нею граничні функціонали $f_i(H)$, $i=1, \dots, r+2$ можуть бути виписані в явному вигляді через стаціонарні ймовірності системи, які в свою чергу виражаються через її параметри. Векторно-матричні подання стаціонарних ймовірностей системи з обмеженим числом джерел первинних вимог і подібна оптимізаційна задача розглянуті в [1]. У [2] аналогічні питання розглядаються для систем з пуассонівським вхідним потоком.

Література

1. Пономарьов В.Д. Оптимізація інтенсивності обслуговування в системах з повторами і скінченим числом джерел вимог // Журнал обч. та прикл. мат. – 2010. – Вип. №2 (101) – С. 105-112.
2. Лебедев Е.А., Пономарев В.Д. Управление интенсивностью обслуживания в системах с повторными вызовами // КиСА. – 2011. – Вип. №3. – С. 118-126.

ГІСТЕРЕЗИСНЕ КЕРУВАННЯ ІНТЕНСИВНІСТЮ ВХІДНОГО ПОТОКУ ДЛЯ СИСТЕМИ З ОБМЕЖЕНИМ ЧИСЛОМ ПОВТОРІВ

Прищеп О.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

o.prischepa@gmail.com

В роботі, що пропонується, розглядається задача оптимального керування вхідним потоком для багатоканальної системи масового обслуговування з обмеженим числом повторів в класі гістерезисних стратегій.

Функціонування даної системи можна описати наступним чином (див., наприклад, [1]). Ззовні до системи, що має s приладів, надходять вимоги. За умови наявності вільного приладу вимоги обслуговуються, в іншому випадку формують джерела повторних

викликів, звідки повторно можуть опитати систему лише один раз. Якщо при повторному зверненні вимоги, що утворила джерело повторних викликів, всі прилади є зайняті, то вона залишає систему. Параметрами моделі є наступні: μ – інтенсивність обслуговування, ν – інтенсивність повторних опитувань, λ_j – інтенсивність вхідного потоку, що залежить від числа λ_j джерел повторних викликів.

Процес керування інтенсивністю вхідного потоку на основі гістерезисної стратегії визначається наступним чином. Фіксуються два невід’ємних цілих числа H_1 та H_2 , які називаються порогами, $H_1 \leq H_2$. Якщо в деякий момент часу кількість повторних викликів в системі не перевищує H_1 , то вона функціонує в першому режимі і інтенсивність вхідного потоку дорівнює h_1 . Якщо кількість повторних викликів більша за H_2 , то система функціонує у другому режимі з інтенсивністю вхідного потоку h_2 . Якщо кількість повторних викликів лежить у проміжку $(H_1, H_2]$, то система зберігає той режим, в якому вона функціонувала в попередній момент часу.

Стан системи в будь-який момент часу t при фіксованій стратегії $(H_1, H_2]$ може бути описаний тривимірним процесом $Q^M(t, H_1, H_2) = (Q_1^M(t, H_1, H_2), Q_2^M(t, H_1, H_2), R^M(t, H_1, H_2))$, де $Q_1^M(t, H_1, H_2)$ – кількість зайнятих приладів, $Q_2^M(t, H_1, H_2)$ – кількість джерел повторних викликів, $R^M(t, H_1, H_2)$ – режим роботи системи. Якщо $R^M(t, H_1, H_2) = 1$, то система працює в першому режимі з інтенсивністю вхідного потоку h_1 . Якщо $R^M(t, H_1, H_2) = 2$, то система працює в другому режимі з інтенсивністю вхідного потоку h_2 . Процес $Q^M(t, H_1, H_2)$ є ланцюгом Маркова з неперервним часом і множиною станів $S^M = \{0, 1, \dots, c\} \times \{0, 1, \dots, M\} \times \{1, 2\}$.

Змінний характер інтенсивності вхідного потоку в даній моделі дає можливість ставити і розв’язувати для неї оптимізаційні задачі.

В роботі розглядається оптимізаційна задача

$$C_1 S_1(H_1, H_2) - C_2 S_2(H_1, H_2) - C_3 S_3(H_1, H_2) \rightarrow \max \quad (1)$$

$$H_1, H_2 \in \{0, 1, \dots, M\}, \quad H_1 \leq H_2,$$

де $\lim_{t \rightarrow \infty} t^{-1} S_i(t, H_1, H_2) = S_i(H_1, H_2) (i = \overline{1, 3})$; $S_1(t, H_1, H_2)$ – число викликів, обслуговування яких завершено в системі за час t ; $S_2(t, H_1, H_2)$ – число викликів, які отримали відмову в обслуговуванні і стали повторними викликами; $S_3(t, H_1, H_2)$ – число перемикань інтенсивності вхідного потоку; C_1 – прибуток, пов'язаний з обслуговуванням одного виклику; C_2 – штраф за відмову в обслуговуванні; C_3 – штраф за перемикання інтенсивності вхідного потоку. В умовах існування стаціонарного режиму функціонали $S_i(H_1, H_2), i = \overline{1, 3}$ існують і можуть бути виписані через стаціонарні ймовірності.

Задача оптимізації полягає у пошуку таких порогів H_1, H_2 , які максимізують середній прибуток від роботи системи (1). Подібні оптимізаційні задачі для систем з повторними викликами розглядалися в роботах [2], [3].

Література

1. Shin Y.W., Moon D.H. Retrial queues with limited number of retrials: numerical investigations. In: The seventh international symposium on operations research and its applications (ISORA'08), Lijiang, China; October 31-November 3, 2008, pp. 237–247.
2. Дудин А.Н., Клименок В.И. Оптимизация динамического управления входной нагрузкой в узле информационно-вычислительной сети. // Автоматика и вычислительная техника. - 1991. - № 2. - С. 25.
3. Клименок В.И. Оптимизация динамического управления режимом работы информационно-вычислительных систем с повторными вызовами. // Автоматика и вычислительная техника. - 1990. - № 1. - С. 25-30.

**ПРО ДИФЕРЕНЦІЙОВНІСТЬ ІМОВІРНОСТІ
НЕБАНКРУТСТВА СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ ЗА УМОВИ
РОЗМІЩЕННЯ КАПІТАЛУ НА БАНКІВСЬКОМУ РАХУНКУ
І ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ**

Рагуліна О.Ю.

Донецький національний університет

lena_ragulina@mail.ru

Досліджується питання про диференційовність імовірності небанкрутства страхової компанії як функції початкового капіталу (на нескінченному інтервалі часу) і як функції початкового капіталу й інтервалу часу (на скінченному інтервалі часу) у класичній моделі ризику і в моделі зі стохастичними преміями за умови, що страхова компанія розміщує весь свій капітал на банківському рахунку під сталу відсоткову ставку [1]. Встановлюються достатні умови диференційовності цієї функції в моделях, що розглядаються. Наводяться приклади, коли ймовірність небанкрутства не є диференційовною, а також у загальному випадку визначаються точки, в яких імовірність небанкрутства на нескінченному інтервалі часу не є диференційовною. Виводяться інтегро-диференціальні й інтегральні рівняння для ймовірностей небанкрутства без припущень про диференційовність цих функцій. Окрім того, знаходяться оцінки для похідних ймовірностей небанкрутства за початковим капіталом.

На основі отриманих результатів знаходяться аналітичні вирази для ймовірностей небанкрутства в класичній моделі ризику у випадках, коли встановлюються умовна франшиза, ліміт відповідальності, а також умовна франшиза і ліміт відповідальності одночасно, а розміри страхових вимог мають показниковий розподіл. Особливістю знайдених аналітичних виразів є те, що вони є різними на певних відрізках через наявність дискретної компоненти у функції розподілу розмірів страхових вимог. Розглядається питання про доцільність введення умовної франшизи і ліміту відповідальності для малих та досить великих значень початкового капіталу з точки зору максимізації ймовірності небанкрутства.

Література

1. Рагуліна О. Ю. Про диференційовність імовірності небанкрутства страхової компанії в моделях зі сталою відсотковою ставкою //

**ПРО ІМОВІРНІСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДВОХ АВАРІЙ
НА ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТАХ, ПОВ'ЯЗАНИХ
З ВІДМОВАМИ ЗАСОБІВ АВТОМАТИКИ**

Романчук К.Г., Стефанишин Д.В.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору НАН України, м. Київ

dvstefanyshyn@yahoo.com, c.romanchuk@mail.ru

Наведені результати імовірнісного моделювання гіпотетичних сценаріїв двох аварій на гідроенергетичних об'єктах, виникнення й розвиток яких безпосередньо були пов'язані з відмовами автоматичних засобів контролю та регулювання.

Одна з таких аварій відбулася 14 грудня 2005 р. на ГАЕС Taum Sauk (штат Міссурі, США). Було встановлено, що причиною катастрофічного руйнування дамби огороження верхового басейну ГАЕС було його переповнення та переливання води через гребінь дамби внаслідок збою в комп'ютерній програмі системи автоматичного регулювання рівня води в басейні [1].

Інша аварія сталася 17 серпня 2009 року на Саяно-Шушенській ГЕС (Хакасія, Росія) в результаті руйнування одного з гідроагрегатів та відмови автоматики, що не спрацювала в режимі перекриття напірних водоводів аварійними затворами. В результаті аварії загинуло 75 працівників ГЕС [2].

В обох випадках аварії носили складний системний характер, з залученням в механізми виникнення й розвитку аварій автоматичних засобів забезпечення безпеки об'єктів.

При моделюванні та оцінці апостеріорної ймовірності аварії на ГАЕС Taum Sauk розглядалася система $S_{1,a} = \{s_u, s_a\}$ у складі огорожувальної дамби верхового басейну (підсистема s_u) та системи автоматичного регулювання рівня (підсистема s_a).

Аварія на верховому басейні ГАЕС Taum Sauk могла б і не відбутися, якби, наприклад, було передбачено облаштування «запобіжного пристрою» у вигляді аварійного водозливу. Його відсутність моделювалася умовою θ , за якої ймовірність $P(s_{u,\theta})$

руйнування дамби (у випадку відмови системи автоматичного регулювання рівня) приймалася рівною одиниці.

Показано, що в загальному випадку згідно з модельним сценарієм повна ймовірність відмови системи $S_{1,a}$ буде:

$$P(S_{1,a}) = P(s_u) \cdot (1 - P(s_a)) + \frac{2 \cdot P(s_a)^2 \cdot P(s_{u,\theta})}{P(s_a) + P(s_{u,\theta})}, \quad (1)$$

де $P(s_u)$ – ймовірність незалежної відмови підсистеми s_u ; $P(s_a)$ – ймовірність відмови s_a .

При моделюванні аварії на Саяно-Шушенській ГЕС розглядалася система $S_{2,a} = \{s_1, a_{1,2}, s_2\}$ у складі: агрегат ГЕС – основна підсистема (s_1); аварійний затвор – підсистема, що перебуває в «холодному» резерві (s_2); автоматичний перемикач на резерв ($a_{1,2}$). Припускалося, що підсистема s_2 має вмикатися в роботу автоматичним перемикачем у разі відмови основної підсистеми й попереджувати подальший розвиток аварії [3].

Показано, що повна ймовірність відмови системи $S_{2,a}$ буде:

$$P(S_{2,a}) = P(s_1) \cdot \left[P(s_2) + \frac{P^2(a_{1,2})}{P(s_1) + P(a_{1,2})} (1 - P(s_2)) \right], \quad (2)$$

де $P(s_1), P(s_2), P(a_{1,2})$ – ймовірності відмов структурних одиниць $s_1, s_2, a_{1,2}$, відповідно.

Література

1. <http://www.ferc.gov/industries/hydropower/safety/projects/taum-sauk/staff-rpt.asp>. Taum Sauk Pumped Storage Project (No. P-2277). Dam Breach Incident. Incident Description. FERC Staff Report, April 28, 2006.
2. <http://ru.wikisource.org/wiki/> Акт технического расследования причин аварии на Саяно-Шушенской ГЭС 17 августа 2009 года. Материал из Википедии – свободной библиотеки.
3. Стефанишин Д.В., Романчук К.Г. Оцінка ймовірності відмови резервованої системи з автоматичним перемиканням на резерв// Вісник НУВГП. Зб. наук. праць. Вип. 4 (44). Рівне: НУВГП. 2008. С. 334-340.

РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ І ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ НЕЗАКОННОГО ОБІГУ АЛКОГОЛЬНИХ ВИРОБІВ ПО ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ ЗА ПРОРІДЖЕНИМИ ГРУПАМИ ДАНИХ

¹Романюк В. В., ²Ганзюк А. Л.,

²Шелестюк О. П., ¹Нездоровін В. П.

¹Хмельницький національний університет

romanukevadimv@i.ua

²НДЕКЦ УМВСУ в Хмельницькій області

ndecc_umvsu_km@i.ua

Щороку в Україні від отруєння неякісними або фальсифікованими алкогольними напоями помирає понад 10 тисяч осіб. Через контрабанду і фальсифікацію лікєро-горілчаної продукції відповідна промислова гілка України останніми роками практично втратила свої позиції на ринку виробництва й обігу спирту та спиртних напоїв. Саме тому дослідження можливостей прогнозування рівня незаконного обігу алкогольних виробів (РНОАВ) є надактуальним завданням правоохоронних органів. Зокрема, на Хмельниччині статистичні дані щодо об'ємів вилучених з незаконного обігу алкогольних виробів (ОВНОАВ) накопичуються, починаючи з 2004 року. Ці дані за період 01.01.2004 — 30.04.2010 групуються в Excel-файл (рис. 1).

Звідин надійшло:		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010-4
Звідин надійшло:		ЛГВ	ЛГВ	ЛГВ	ЛГВ	ЛГВ	ЛГВ	ЛГВ
3	Агрофірма "Обрій"							
4	Білогорський РВ	7		16	17	18	14	2
5	ВКПТЛ УМВСУ							
6	ВЕНОН УМВС			1				
7	ВЕНОН УМВСУ							
8	ВЕНОН ХМВ							
9	ВВБ							
10	ВВБ УМВС							
11	ВДСБЕЗ	25	1	1				
12	ВДСБЕЗ УМВС			22	15			
13	Війтєвська рота ДПС							
14	Вінковецький РВ	3		1	1		1	
15	ВК							
16	ВК №31							
17	ВК №58							
18	ВК №78							
19	ВК №98							
20	ВКР ХМВ							
21	Волочиський РВ	14			1	3		
22	ВІМ ДП					7		
23	ВІМ МДП					6		
24	ВІМ міста Славути				2			
25	ВІМ Хмельницького району			8	6			
26	ГВ ГМ ДП		6					
27	Городоцький РВ	1		1	2	7	31	12
28	Гр.Кузьмин							
29	ДАІ міста Хмельницького							
30	Деражнянський РВ	8		4	4	30		9
31	Держстандарт							

Рис. 1 — Дані щодо ОВНОАВ за період 01.01.2004 — 30.04.2010
Попередній аналіз груп даних з ОВНОАВ по Хмельницькій

області (ХО) показує, що вони є прорідженими, оскільки якщо y_i є ОВНОАВ за i -й рік, $i = \overline{1, 7}$ (нумерація з 2004-го), то існує багато об'єктів спостереження (ОС), де $|\{y_i\}_{i=1}^7| \neq 7$. Крім того, для останнього року на момент аналізування в наявності є лише дані за період від 01.01.2010 до 30.04.2010 включно. Тому регресійні моделі будуватимуться у двох варіантах: на проміжку 2004 — 2010, де дані за період 01.01.2010 — 30.04.2010 (чотирьох перших місяців останнього року спостереження) перемножуватимуться на три за припущення, що вилучення алкогольних виробів (АВ) за всі місяці року в середньому проходить однаково, та на проміжку 2004 — 2009 (період 01.01.2010 — 30.04.2010 ігноруватиметься).

Для прогнозування РНОАВ використаємо поліноміальний тип регресійної моделі

$$\tilde{y}(t) = \sum_{k=0}^n a_k t^k \quad (1)$$

як такий, що є найбільш універсальним з точки зору підлаштування до кореляційного поля. В (1) буде $t \geq 1$ і необхідно лише визначити параметри $\{a_k\}_{k=0}^n$, вибравши порядок n так, щоб графік функції (1) якомога краще “пронизував” [1] дані $\{y_i\}_{i=1}^7$ чи $\{y_i\}_{i=1}^6$ (з урахуванням і відсутніх даних). Ці параметри можна знайти стандартними засобами Microsoft Office Excel 2010 (рис. 2, рис. 3).

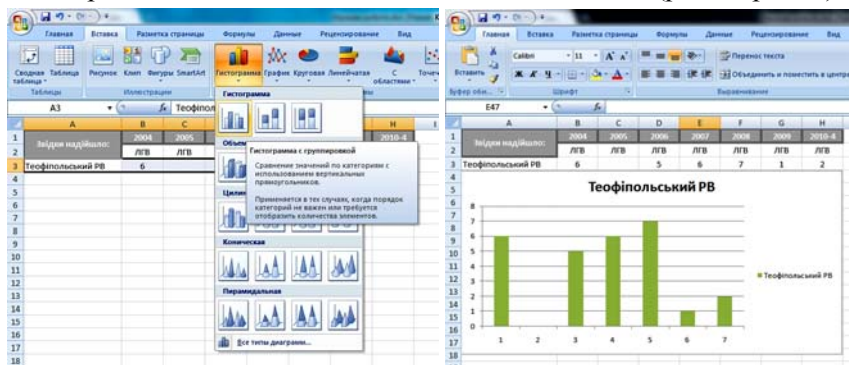


Рис. 2 — Створення у Microsoft Office Excel 2010 гістограми
й побудована гістограма для одного з ОС за його групою даних
 $\{y_1, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7\}$ з ОВНОАВ

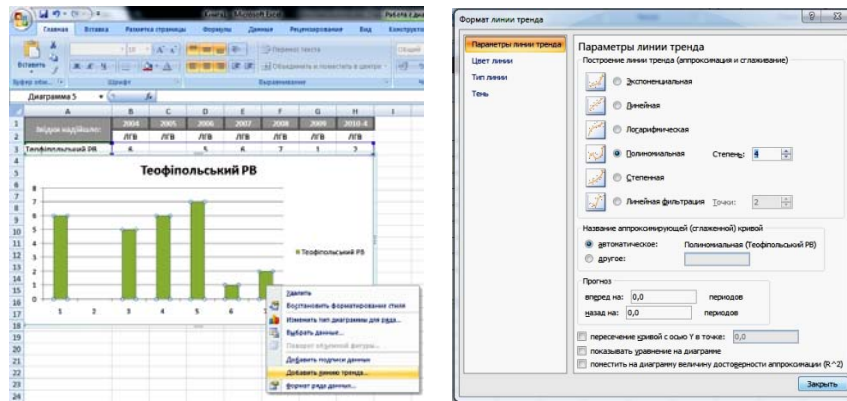


Рис. 3 — Додавання лінії тренда і вибір параметрів цієї лінії

У такий спосіб будуюмо моделі типу (1) для усіх ОС та для ХО загалом (на проміжку 2004 — 2009 й окремо на проміжку 2004 — 2010). Висунута робоча гіпотеза підтверджується частково, оскільки прогнозовані ОВНОАВ на 2011 рік у переважній більшості об'єктів не відповідають загальному тренду. Утім, як за гістограмами на рис. 4, так і за відтвореними моделями

$$\tilde{y}(t) = 11.91t^2 - 43.26t + 213.1, \quad (2)$$

$$\tilde{y}(t) = 19.47t^2 - 90.16t + 267.5 \quad (3)$$

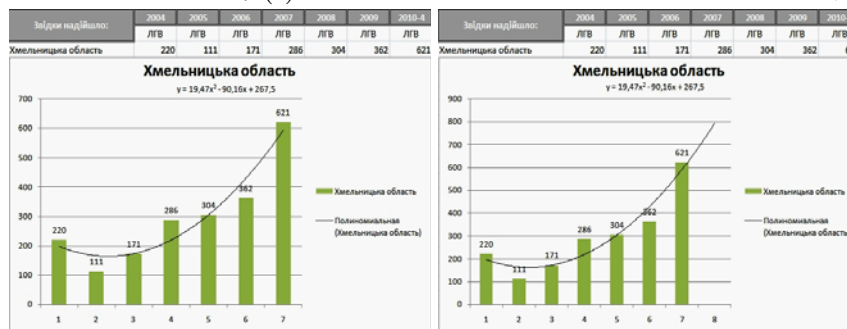


Рис. 4 — Лінія тренда (3) і прогнозування РНОАВ для ХО

на проміжках 2004 — 2009 та 2004 — 2010 відповідно, зрозуміло, що загальна ситуація з РНОАВ в цілому є вкрай негативною. Для її контролю слід залучати більше оперативників та посилювати відповідальність за незаконний обіг АВ (збільшення штрафів, громадські роботи, суворіша кримінальна відповідальність).

Література

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Regression_analysis

**МІНІМІЗАЦІЯ ПОХИБКИ ОЦІНЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛІВ
ВІД РОЗВ'ЯЗКІВ ЕВОЛЮЦІЙНИХ РІВНЯНЬ ДРУГОГО
ПОРЯДКУ
Руснак М.**

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
mpcc-dpt@chnu.edu.ua

В роботі розглядаються задачі мінімаксного оцінювання лінійних неперервних функціоналів від розв'язків еволюційних рівнянь другого порядку.

Нехай стан динамічної системи описується рівнянням

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} + A(t)\varphi = f, f \in L_2(Q), \varphi(t_0, x) = f_0, \frac{\partial \varphi(t_0)}{\partial t} = f_1,$$

$$f_0, f_1 \in L_2(\Omega)$$

де оператор $A(t)$ – лінійний неперервний оператор в просторі $\mathfrak{S}(L_2(t_0, t_1; W_2^2(Q)), L_2(t_0, t_1; W_2^2(Q)))$, що визначається так

$$A(t)\varphi = - \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} (a_{ij}(t, x) \frac{\partial \varphi}{\partial x_j}),$$

$$a(t, \varphi, \phi) = \sum_{i,j=1}^n \int_{\Omega} a_{ij}(t, x) \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \frac{\partial \phi}{\partial x_j} dx, \quad \forall \varphi, \phi \in W_2^2(\Omega), \quad \text{причому}$$

$$a(t, \varphi, \phi) = a(t, \phi, \varphi) \quad \text{та знайдеться таке число } \lambda, \quad \text{що}$$

$$a(t, \varphi, \varphi) + \lambda \|\varphi\|_+^2 \geq \alpha \|\varphi\|_+^2, \quad \alpha > 0, \quad \forall \varphi \in H_+ = W_2^2(\Omega),$$

$$\forall t \in [t_0, t_1]. \quad \text{При відповідних припущення в [1] знайдено}$$

$$\text{мінімаксну оцінку функціоналу } l(\varphi) = \int_{t_0}^{t_1} (l(t), \varphi(t))_0 dt \quad \text{у вигляді}$$

$$\ddot{\hat{l}}(\varphi) = (\hat{u}, y) + \hat{c}, \quad \text{а похибка оцінювання обчислюється так}$$

$$\sigma = \sup \left| l(\varphi) - \hat{l}(\varphi) \right|. \quad \text{Далі розглядається задача покращення}$$

апріорної оцінки [2] за спостереженнями виду $y = C(v)\varphi + f_2$ при $v \in U \subset X$, де X – гільбертів простір. Доведено теореми про існування мінімуму та встановлено необхідні умови цього.

Література

1. Наконечный А.Г. Минимаксное оценивание функционалов от решений вариационных уравнений в гильбертовых пространствах. Киев: Изд. КГУ. :1985г., – 83с.
2. Rusnak M. Optimization Minimax Estimation Error. International Conference “Problems of decision making under uncertainties” (PDMU-2008). – Abstracts. – Kiev-Rivne, Ukraine, 2008, pp. 33-35.

НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ ЯК НЕВІД’ЄМНА ЧАСТИНА СППР ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯДЕРНОЇ БЕЗПЕКИ АЕС

Сахно Н.В., Каденко І.М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

NDEF.Office@gmail.com

Експлуатація АЕС забезпечується на основі розвинутої системи підтримки прийняття рішень. Неруйнівний контроль як невід’ємна частина СППР посідає значне місце у підвищенні безпеки АЕС, що є очевидним, особливо з урахуванням робіт з продовження строків служби енергоблоків та ліквідації наслідків аварій на АЕС. Тому питання підвищення безпеки експлуатації енергоблоків АЕС має нагальну актуальність, та, в свою чергу, залежить від надійної роботи систем та елементів, важливих для ядерної безпеки АЕС.

В роботі розглянуто АЕС як складну технічну систему та сфокусовано увагу на тих її елементах, що за своїм призначенням та покладеними на них технологічними функціями класифікуються як важливі щодо їх впливу на безпечну експлуатацію всього об’єкту в цілому. Тобто, приймались до уваги лише ті системи та елементи, відмови яких можуть призвести як до невиконання своїх функцій самими системами, так і до найгіршого перебігу подій при виникненні аварійної ситуації на АЕС – пошкодження активної зони АЕС.

З метою запобігання реалізації такого сценарію та відмови систем та елементів необхідно забезпечити своєчасний періодичний моніторинг стану даних елементів, для чого використовуються методи неруйнівного контролю та їх комплекси, від надійності виконання яких залежить прийняття рішення щодо подальшої експлуатації того чи іншого об’єкту.

В роботі зроблено математичну постановку задачі зменшення частоти пошкодження активної зони АЕС при підвищенні

надійності відповідних комплексів методів неруйнівного контролю кожного із зазначених елементів за умов обмеження наявних ресурсів, а також обговорюються особливості прийняття рішень при застосуванні ризик-орієнтованих підходів задля оптимізації експлуатаційного неруйнівного контролю обладнання та трубопроводів АЕС. Проаналізовано застосування для одного з типових сценаріїв, що розглядаються в рамках Імовірнісного аналізу безпеки рівня I - „Мала течія з 1 до 2 контуру”, а саме – течія через теплообмінну трубу парогенератора АЕС з першого контуру до другого.

ЕЛАСТИЧНІСТЬ ПОДАТКОВИХ НАДХОДЖЕНЬ

Семенов В.В.

ІДСД НАН України

semenovsr@meta.ua

В контексті податкової реформи оцінена еластичність податкових надходжень по рівню оподаткування. Основними бюджетоутворюючими джерелами є: податок з доходів фізичних осіб (ПДФО), податок на прибуток підприємств (ППП) та податок на додану вартість (ПДВ). В якості пояснювальних змінних додатково використано середньомісячна заробітна палата (ЗП), наявний дохід на особу (НД) та валовий внутрішній продукт на особу (ВВП). Результати виконаних розрахунків можуть бути достатньою основою для аналізу динаміки змін в структурі та об'ємах податкових надходжень залежно від податкових реформ, синхронізованих із структурними економічними реформами.

$$\ln(ЗБ) = 2.677 + 0.281 \ln(\text{ПДФО}) + 0.356 \ln(\text{ППП}) + 0.307 \ln(\text{ПДВ})$$

(0.729) (0.1) (0.098) (0.082), $R^2 = 0.96$ (1)

$$\ln(\text{ПДВ}) = 5.064 + 1.335 \ln(\text{ВВП}), R^2 = 0.954$$

(1.02) (0.11) (2)

$$\ln(\text{ПДФО}) = 8.894 + 0.908 \ln(\text{НД}), R^2 = 0.952$$

(0.675) (0.076) (3)

$$\ln(\text{ПДФО}) = 10.661 + 0.919 \ln(\text{ЗП}), R^2 = 0.958$$

(0.497) (0.073) (4)

$$\ln(\text{ППП}) = 11.95 + 0.858 \ln(\text{ЗП}), R^2 = 0.924$$

(0.63) (0.092) (5)

Рівняння (1) відображає вплив різних податкових джерел на формування Зведеного бюджету. Як видно із цього рівняння вплив

різних податкових джерел на сукупні податкові надходження цілком різний. Зокрема, не зважаючи на те, що частка ПДВ у Зведеному бюджеті значно вища ніж частка ППП (останніми роками майже вдвічі) вплив зменшення рівня цього податку на сукупні податкові надходження на 15% нижчий. Таким чином, першим очевидним кандидатом на зменшення податкового рівня є ПДВ. Крім того, оскільки ПДВ до певної міри відіграє роль податку на споживання, його зменшення може привести до зростання попиту, що в свою чергу, буде симулювати виробників. Отже, має місце мультиплікативний ефект, а тому є підґрунтя для очікування розширення податкової бази.

АСИМПТОТИКА ФЛУКТУАЦІЙ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗА ВІДСУТНОСТІ ТОЧКИ РІВНОВАГИ

Семенюк С.А.

Національний університет “Львівська політехніка”

semenyuk@gmail.com

Розглянемо еволюційну систему

$$du^\varepsilon(t) = C(u^\varepsilon(t), x(t/\varepsilon^4)) + \varepsilon d\eta^\varepsilon(t), \quad u^\varepsilon(t) \in R. \quad (1)$$

Тут $x(t), t \geq 0$ рівномірно ергодичний процес Маркова у фазовому просторі $(X, \mathfrak{N})$ зі стаціонарним розподілом $\pi(B), B \in \mathfrak{N}$ та генератором $Q\varphi(x) = q(x) \int_X P(x, dy) [\varphi(y) - \varphi(x)], \quad \varphi \in \mathbf{B}(X)$.

Імпульсний процес збурень $\eta^\varepsilon(t)$ задається співвідношенням

$$\eta^\varepsilon(t) = \int_0^t \eta^\varepsilon(ds; x(s/\varepsilon^4)), \quad \text{де сімейство процесів з незалежними}$$

приростами $\eta^\varepsilon(t; x)$ задається генераторами

$$\Gamma^\varepsilon(x)\varphi(w) = \varepsilon^{-4} \int_R [\varphi(w + \varepsilon^2 v) - \varphi(w)] \Gamma(dv; x), \quad x \in X.$$

Введемо центрований стохастичний процес [1]

$v^\varepsilon(t) = \varepsilon^{-1} [u^\varepsilon(t) - \hat{u}(t)]$. Цей нормований процес описує флуктуації збуреної системи відносно усередненої на зростаючих інтервалах часу.

Встановлюється вигляд граничного процесу для флуктуацій, а також проводиться побудова генератора граничного процесу. При

цьому на відміну від [2] не вимагається існування точки рівноваги усередненої системи.

Література

1. Koroliuk V. S., Limnios N. *Diffusion approximation of evolutionary systems with equilibrium in asymptotic split phase space* Theor. Probability and Math. Statist. (2004), no. 70, p.66–76.
2. Semenyuk S. A., Chabanyuk Ya. M., *Fluctuations of the evolution system with Markov impulsive perturbations*. Matematichni Studii, 2009, vol.32, №2. - с. 115-121.
3. Korolyuk V.S, Limnius N. *Stochastic Systems in Merging Phase Space*, - World Scientific, 2005. - 330 p.

МЕТОДИ ІНТЕРВАЛЬНИХ ОБМЕЖНИКІВ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ДЕЯКИХ КЛАСІВ ЗАДАЧ

Сеньо П.С.

Львівський національний університет імені Івана Франка
ktop@franko.lviv.ua

Інтервальне розширення функції $f(x)$ на інтервалі X є деяким фіксованим інтервалом, межі якого задають відрізки прямих (лінійні обмежники), паралельні осі абсцис, між якими на цьому інтервалі гарантовано знаходиться графік функції $f(x)$. Будова кожного інтервального методу та його швидкість збіжності суттєво залежить від виду та точності апроксимації функції $f(x)$ та (або) її похідних, які визначають математичну модель поставленої задачі. Використовуючи ідею напрямлених інтервалів [2], можна побудувати точніші лінійні та нелінійні обмежники функції $f(x)$ [1]. Наприклад, рівняння

$$f(x) = 0, \quad (1)$$

на проміжку X_0 , де $f: D \subset R \rightarrow G \subset R$, подавши функцію $f(x)$ згідно теореми про середнє значення, еквівалентне рівнянню

$$f(x) \equiv f(\bar{x}) + f'(\xi)(x - \bar{x}) = 0,$$

де $\bar{x} = m(X)$ – середина інтервала X . Для знаходження інтервалу, який містить невідоме значення ξ , визначимо множину U_t таку, щоб кожне $t \in U_t$ було б розв'язком рівняння

$$g(x) \equiv f(\bar{x}) + f'(t)(U_t - \bar{x}) = 0. \quad (2)$$

При цьому для оцінки $f'(t)$ використовуємо відповідні напрямлені інтервали. Так отримуємо метод, швидкість збіжності якого значно вища від метода Мура. Аналогічні модифікації інтервальних методів оптимізації, оптимального керування та інших також суттєво підвищують їх ефективність.

Література

1. Markov Svetoslav M. On the presentation of ranges of monotone functions using interval arithmetic, // Interval Computations, 1992, - № 4(6), p19-31.
2. Сеньо П.С. Інтервальні методи розв'язування деяких класів детермінованих задач // Вісн. Львів. уні-ту. - сер. прикл. матем. та інформ., 2003, - Вип 7, С.86-96.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИХ СИСТЕМ ЗІ ЗМІННОЮ ВИМІРНОСТЮ ФАЗОВОГО ПРОСТОРУ

Сопронюк О.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
osopr@mail.ru

Запропоновано алгоритми для обчислення функцій чутливості динамічних систем звичайних диференціальних рівнянь зі змінною вимірністю фазового простору залежного від вектора параметрів.

Нехай рівняння руху об'єкта описується системою диференціальних рівнянь зі змінною вимірністю фазового простору

$$\frac{dx^{(i)}}{dt} = f^{(i)}(x^{(i)}, t, \alpha), \quad t_{i-1} < t < t_i, \quad i = \overline{1, N}. \quad (1)$$

Припустимо, що вектор фазового стану в момент t_i змінює свою структуру за співвідношеннями

$$x^{(i+1)}(t_i + 0) = x^{(i+1)+} = \Phi^{(i+1)}(x^{(i)-}, t_i, \alpha). \quad (2)$$

Моменти перемикавання в загальному випадку можна визначити з умов перемикавання

$$\psi_i(x^{(i)-}, t_i, \alpha) = 0. \quad (3)$$

Матрицею функцій чутливості розмірності $n_i \times m$

параметричної сім'ї називатимемо похідну $U^{(i)}(t, \alpha) = \frac{\partial x^{(i)}(t, \alpha)}{\partial \alpha}$.

Одержано матричні рівняння чутливості та співвідношення розрахунку початкових умов у моменти зміни вимірності фазового простору, що дозволяє ефективно застосовувати методи практичної

стійкості для дослідження впливу зміни параметрів на функціонування вказаних систем.

Література

1. Бублик. Б.Н., Гаращенко Ф.Г., Кириченко Н.Ф. Структурно-параметрическая оптимизация и устойчивость динамики пучков.— К.: Наукова думка, 1985.— 304 с.
2. Гаращенко Ф.Г., Панталієнко Л.А., Аналіз та оцінка параметричних систем. — К.: ІСДО, 1995. — 140 с.
3. Сопронюк Ф.О. Моделювання та оптимізація систем управління з розгалуженням структур. — Чернівці: Рута, 1995. — 115 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОМЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В НАНОСТРУКТУРАХ

Терещенко О.В.

Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка

o_lena@inbox.ru

Робота присвячена дослідженню термомеханічних процесів під дією нестационарних теплових полів в наноматеріалах кусково-однорідної структури. На сьогоднішній день, одним з важливих підходів дослідження теплофізичних явищ є побудова візуальної моделі. За основну математичну модель, яка описує термомеханічні процеси в нанокристалах кусково-однорідної структури обрано модель зв'язаної квазістатичної задачі термопружності для твердого неоднорідного тіла, де переміщення і деформації залежать від нестационарного температурного поля, а термомеханічні характеристики залежать від координат.

При розв'язанні поставленої задачі, вдалося одержати розділяючу систему інтегро-диференціальних рівнянь відносно невідомих функцій температури, переміщення та деформації, використовуючи теорію термопружного потенціалу та узагальнених функцій для представлення термопружних характеристик. При побудові математичної моделі враховувались особливості дослідження процесів, що проходять в наноматеріалах, пов'язаних із співрозмірністю нанорозмірів включень, та їх взаємного розташування в матриці. На основі запропонованої моделі була побудована система граничних інтегральних рівнянь для розв'язання якої, застосовувався метод граничних елементів.

Для проведення аналізу одержаних полів температур, переміщень та деформацій в розглядуваній області, побудовано візуальну модель, яка б дозволила виявити нові якісні термомеханічні ефекти, які пов'язані із взаємним впливом розташування включень у матриці, враховуючи нанорозміри елементів структури.

ВИКОРИСТАННЯ ЛІНІЙНОЇ ЗГОРТКИ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ СИТУАЦІЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ В ЗАДАЧАХ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Тимофієва Н.К.

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України
tymnad@gmail.com

Задачі комбінаторної оптимізації в переважній більшості – багатокритеріальні. Для їхнього розв'язання використовують різні підходи. На практиці досить часто для вирішення ситуації невизначеності кілька критеріїв, за якими оцінюється результат, зводять до зваженого критерію (лінійної згортки), наприклад в задачі компоновки базових елементів у модулі, в задачі клінічної діагностики. Невизначеність в цих задачах виникає внаслідок специфічної структури аргумента цільової функції, яким є різні типи комбінаторних конфігурацій.

Як критерій вибору при визначенні оптимального розв'язку w^* уведемо лінійну згортку (зважену цільову функцію) [1–2]

$$F(w) = \sum_{l=1}^p \gamma_l \Phi^{(l)}(w), \text{ де } \gamma_l \geq 0, \text{ а } \sum_{l=1}^p \gamma_l = 1 - \text{вагові коефіцієнти, } p -$$

кількість цільових функцій $\Phi^{(l)}$, які формуються на основі постійних (заданих за умовою) та змінних (уведених в процесі роботи алгоритму) часткових критеріїв; w, w^* – аргумент цільової функції (комбінаторна конфігурація). Вибором значення γ_l при знаходженні оптимального розв'язку змінюється ступінь вкладу цільових функцій $\Phi^{(l)}(w)$.

Література

1. Тимофеева Н.К. Вопросы разработки алгоритмического и

программного обеспечения, предназначенного для решения одного класса задач конструкторского проектирования цифровой аппаратуры: Автореф. дис... канд. физ-мат. наук / Ин-т кибернетики им.В.М.Глушкова АН УССР .– К., 1984.– 24 с.

2. Тимофеева Н.К. О некоторых особенностях построения математических моделей задач комбинаторной оптимизации // УСиМ. – 2004. – № 5 – С. 38–45.

ОЦІНЮВАННЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ РЕЗУЛЬТАТІВ ФУТБОЛЬНИХ МАТЧІВ

Турчин В.Ю., Музичук А.А.

Львівський національний університет імені Івана Франка

turchin_volodia@ukr.net

В роботі запропоновано метод оцінювання ймовірностей результатів футбольного матчу та побудовані агреговані коефіцієнти виграшу, програшу та нічиєї з урахуванням додаткової інформації (коефіцієнтів) букмекерських контор. Під результатом футбольного матчу будемо розуміти наступні події: A_1 - перемога 1-ї команди, A_2 - перемога 2-ї команди, A_3 - нічия.

Нехай ξ - дискретна випадкова величина, яка позначає кількість голів у матчі. Проведені нами дослідження показали, що як правило ξ набуває значення від 0 до 10 і є розподілена за законом Пуассона з параметром λ , який може приймати різні значення в залежності від команд.

Для побудови оцінки ймовірностей результатів футбольних матчів використаємо формулу повної ймовірності[1]:

$$P(A_j) = \sum_{i=0}^{10} P(\xi=i)P(A_j|\xi=i) \quad (j=1,2,3),$$

де $P(A_j|\xi=i)$ - ймовірність події A_j ($j=1,2,3$) при умові що забито i голів. В роботі припускається, що така ймовірність залежить від співвідношення сил команд і запропоновано підхід до її обчислення.

Коефіцієнтом події $k(A_j)$ будемо називати обернене значення до ймовірності $P(A_j)$. Нехай $\theta \in (0;1)$ - показник, що

відображає рівень довіри гравця до коефіцієнтів букмекерської контори. Тоді нові агреговані коефіцієнти будемо шукати за формулою:

$$k^*(A_j) = (1 - \theta)k(A_j) + \theta \rho \tilde{k}(A_j) \quad (j = 1, 2, 3),$$

де ρ - показник зміщеності букмекерських коефіцієнтів, $\tilde{k}(A_j)$ - букмекерський коефіцієнт по події A_j .

Література

1. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее применение. Т.1.-М., Мир. 1967. – 510с.
2. Турчин В.Н. Теория вероятностей и математическая статистика Учебник. Д.: Изд-во Днепропетр. нац. ун-та, 2008. – 656с.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ ОПІНІЇ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ З ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСІВ

¹Хомів Б.А., ¹Лупенко С.А., ²Пастух О.А.

¹Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя

²Європейський університет, Тернопільська філія

bogdan.khomiv@gmail.com, lupenko@ua.fm

pastukh@gmail.com

Оцінювання опінії текстової інформації з інтернет-ресурсів – трудомісткий процес опрацювання відгуків користувачів для їх класифікації та визначення ступеня позитивності чи негативності.

При стохастичному підході, використовуючи байєсівський класифікатор, опінію текстової інформації обчислюють за формулою Байєса, при цьому судження поділяють на два класи (позитивний та негативний) та підраховують імовірності появи слів у кожному із класів.

Застосовуючи, для оцінювання опінії текстової інформації, метод опорних векторів, класифікація текстових даних зводиться лише до визначення, на яку сторону гіперплощини проектується опорні вектори. Опорні вектори отримують шляхом вирішення подвійної задачі оптимізації.

Лінгвістичний підхід більш складніший за попередні та потребує лінгвістичного аналізу речень, при цьому речення розбивають на частини мови, з котрими працює класифікатор. У цьому підході аналізують лише певні набори шаблонів, наприклад,

послідовне поєднання іменник-прикметник, і кожна таку послідовність класифікують, як позитивну чи негативну.

Модель об'єкт-компонент-атрибут застосовується до текстової інформації при лінгвістичному підході. Так можна визначити, що об'єкт автомобіль містить компоненту швидкість, котра в свою чергу може бути визначена користувачами як атрибут зі значеннями висока чи низька.

У доповіді проаналізовано та проведено порівняльний аналіз методів та математичних моделей оцінювання opinii текстової інформації, в результаті чого встановлено, що жоден із методів машинного навчання в повній мірі не враховує специфіки відгуків користувачів мережі інтернет, що вимагає розробки нових підходів до розв'язання задачі автоматизованого оцінювання opinii текстової інформації з інтернет-ресурсів.

СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНЕ ГІПЕРБОЛІЧНЕ РІВНЯННЯ З ВИПАДКОВИМИ ПОЧАТКОВИМИ УМОВАМИ

Цимбал В.

victor_tsymbal@yahoo.com

У серії робіт професорів Ю.В. Козаченка та В.В. Булдігіна та їх учнів [1,2] розглядалися крайові задачі для рівнянь математичної фізики, зокрема, для рівнянь гіперболічного та параболічного типів з випадковими початковими умовами, коли початкові умови є сумісно строго $Sub_{\varphi}(\Omega)$, зокрема. гауссові випадкові процеси. та випадкові процеси з простору Орліча. Для задач для таких рівнянь знайдено умови існування з ймовірністю одиниця класичного та узагальненого розв'язку і обґрунтовано використання методу Фур'є для розв'язування задач математичної фізики.

Сингулярно збурена задача, це задача яка залежить від параметра (або параметрів) таким чином, що її розв'язок залежить нерівномірно коли параметр прямує до деякого граничного значення. Характер неоднорідності може змінюватися від задачі до задачі. Такі сингулярно збурені задачі для диференціальних рівнянь виникають у багатьох галузях. Теорія сингулярних збурень знаходить широке застосування і, як і раніше, активно розробляється [3].

Отже, представляється цікавим і актуальним вивчення сингулярно збурених задач з випадковими початковими або граничними умовами або випадковими правими частинами.

У даному повідомленні якраз і робиться така спроба, а саме, розглянута перша гранична задача для гіперболічного рівняння другого порядку з випадковими початковими умовами, що вироджується у параболічне рівняння другого порядку.

Література

1. Buldygin V.V. and Kozachenko Yu.V. Metric Characterization of Random Variables and Random processes, American Mathematical Society, Providence, Rhode, 2000.
2. Довгай Б.В., Козаченко Ю.В., Сливка-Тилищак Г.І. Крайові задачі математичної фізики з випадковими факторами. Монографія, Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008.
3. Найфэ А. Методы возмущений – Москва: Мир, 1976.

ГЕНЕРАТОР ПРОЦЕДУРИ СТОХАСТИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ З НАПІВМАРКОВСЬКИМИ ПЕРЕКЛЮЧЕННЯМИ

Чабанюк Я.М., Кукурба В.Р., Будз І.С.

Національний університет "Львівська політехніка"

yaroslav_chab@yahoo.com

Неперервна процедура стохастичної оптимізації з напівмарковськими переключеннями задається еволюційним рівнянням:

$$du^\varepsilon(t) = a(t)\nabla_b C(u^\varepsilon, x), t \geq 0, u^\varepsilon(0) = u, \quad (1)$$

де $u \in R^d$, $\nabla_b C(u^\tau, \cdot) = \{(C(u_i^+, \cdot) - C(u_i^-, \cdot)) / 2b(t), i = \{1, \dots, d\}\}$, $u_i^\pm = u_i \pm b(t)$, $a(t) > 0, b(t) > 0$, а функція регресії $C(u, x)$ залежить від рівномірно ергодичного напівмарковського процесу $x(t) > 0, t \geq 0$, у вимірному фазовому просторі станів $(X, \mathbf{X})$, що задається напівмарковським ядром $Q(x, B, t) = P(x, B)G_x(t)$, де $G_x(t)$ - функція розподілу часу перебування в стані $x \in X$. Супроводжуючий марковський процес $x_0(t), t \geq 0$, що задається генератором $\mathbf{Q}$ [1].

Лема. Компенсуючий оператор L_t^ε [2] процедури (1) на тест-функціях $\varphi(u, \cdot) \in C^2(R^d)$ допускає асимптотичні представлення:

$$L_t^\varepsilon \varphi(u, x) = \varepsilon^{-1} Q(u, x) + q(x) \nabla_b C_t(x) \theta_1^\varepsilon(t, x) P \varphi(u, x),$$
де генератор $\nabla_b C_t(x) \varphi(u) = a(t) \nabla_b C(u, x) \varphi'(u)$ напівгрупи $C_s^t(x)$, що задовольняє рівняння $d_s C_{t+\varepsilon s}^t(x) = \varepsilon \nabla_b C_{t+\varepsilon s}(x) C_{t+\varepsilon s}^t(x) ds,$

$$\theta_1^\varepsilon(u, x) = \int_0^\infty G_x(s) C_{t+\varepsilon s}^t(x) b_1(t, \varepsilon s) ds, \quad b_1(t, \varepsilon s) := a(t + \varepsilon s) / a(t) \leq 1,$$

$$P \varphi(x) := \int_X P(x, dy) \varphi(y).$$

Література

1. Koroliuk V., Limnios N. Stochastic Systems in Merging Phase Space. / World Scientific Publishing, - 2005. - 330P.
2. Чабанюк Я.М. Неперервна процедура стохастичної апроксимації у напівмарковському середовищі. // Укр. мат. журн. - 2004. -56, №5 -С.713-720.

ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОГЕННИХ ВПЛИВІВ ТА КАТАСТРОФ

**Черній Д. І., Гаркуша В.І., Головенко А. Д., Кашпур О.Ф.,
Риженко А.І.**

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
НАН України
D_Cherniy@ukr.net

Представлено технології прогнозування небезпечних наслідків техногенних впливів та наслідки розвитку техногенних катастроф. Розглядаються еволюційні процеси в галузі гідрології та екології. Технології прогнозування базуються на детермінованому підході до розв'язків математичних задач.

Застосовані аналітичні та чисельні методи розв'язування задач математичної фізики. Технології призначені для застосування в містобудівництві (для забезпечення прогнозування наслідків небезпечних процесів в масивах міської забудови, промислових зонах та морських акваторіях), в експертних системах екологічного спрямування, для забезпечення підтримки прийняття адміністративних рішень та зменшення умов невизначеності.

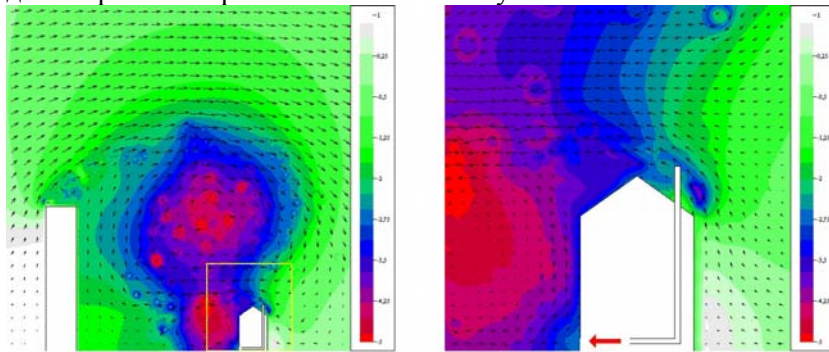


Рис.1

Прогнозування виникнення небезпечних аераційних явищ.

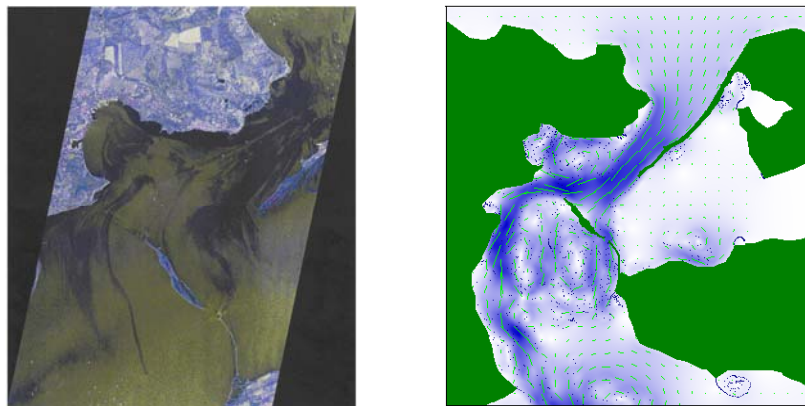


Рис.2

Прогнозування розповсюдження забруднень в морській акваторії.

Література

1. Головенко А.Д., Довгий С.О., Єфімчук В.В., Клименкова І.А., Черній Д.І. Автоматизована програмно-моделююча система

прогнозування аераційних та аеродинамічних процесів поблизу висотних споруд. // V Міжнародна науково-технічна конференція «Нові технології в будівництві», Тема: «Надійність та безпека висотних будинків і споруд», 28-29 травня 2009р., Київ, НДІБВ, с.81-84.

2. Головенко А.Д., Довгий С.О., Клименкова І.О. Черній Д.І. Виявлення небезпечних наслідків прийняття необґрунтованих рішень при розробці містобудівельних проектів та проектів промислових зон// International Workshop “PROBLEMS OF DECISION MAKING UNDER UNCERTAINTIES” (PDMU-2009), Abstracts, April 27-30, 2009, Skhidnytsia, с.193-194.

3. Гуржий А.А., Черний Д.И. Адаптированный метод дискретных особенностей к задаче адвекции пассивной примеси морскими течениями.// Прикладная гидромеханика.- 2009, Т. 11(83), №2, Изд. Института гидромеханики НАН Украины, с.30-39.

ВПОРЯДКУВАННЯ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ РОЗБИРАННЯ І СКЛАДАННЯ ОБ’ЄКТІВ ТЕХНІКИ НА ДВОХ СУМІЖНИХ РІВНЯХ ДОСТУПНОСТІ Чухрай В.Є.

Факультет механіки та енергетики,
Львівський національний аграрний університет, Україна
v.chukhrai@gmail.com

Під час складання та розбирання об’єктів техніки послідовність виконання операцій регламентується особливостями конструкції даного об’єкту, а саме кожну операцію нижчого *k-того* рівня доступності можна виконати лише після виконання певної операції (або декількох операцій) *i-того* вищого (попереднього) рівня доступності. Загальна кількість рівнів доступності залежить від особливостей конструкції об’єкту техніки і має конкретне числове значення. Введемо множину $N = \{1, 2, \dots, k, \dots, i, \dots, n\}$ рівнів доступності, де k, i - відповідні рівні доступності. В межах кожного *r-го* рівня доступності всі операції від r_1 до r_j , j – кількість операцій, можна виконувати в будь якій послідовності.

На підставі рівнів доступності можна спочатку в будь якій послідовності виконувати всі операції на вищому *i-тому* рівні доступності, а після цього в будь якій послідовності виконувати всі операції на нижчому *k-тому* рівні доступності. Якщо вибрати іншу схему технологічного процесу, то можна спочатку виконати одну

або декілька (залежить від особливостей конструкції) операцій на вищому *i-тому* рівні доступності, а після цього – одну або декілька операцій на нижчому *k-тому* рівні доступності.

Тривалість виконання операцій на *r*-му рівні доступності можна записати у вигляді:

$$t_{or} = t_{o1} + \dots + t_{oj}, \quad (1)$$

де $t_{os}, s = \overline{1, j}$ - тривалість відповідної технологічної операції. Кожну складову тривалості технологічної операції $t_{os}, s = \overline{1, j}$ складання і розбирання (від t_{o1} до t_{oj}) можна записати у вигляді складових

$$t_{os} = t_{eos} + t_{es} + t_{hs}, s = \overline{1, j}. \quad (2)$$

де t_{eos} – час виконання елементарної операції від'єднання або приєднання деталі;

t_{es} – час взаємного орієнтування інструменту з деталлю;

t_{hs} – час очікування доступності до наступної деталі, якщо доступ до неї здійснюється іншим виконавцем.

Нехай на двох суміжних рівнях доступності виконується задана кількість операцій

$$N_{i,k} = i + k, \quad (3)$$

де *i, k* – відповідна кількість операцій які потрібно виконати на даних рівнях доступності.

Якщо конструкція об'єкту техніки дозволяє після виконання будь якої операції на вищому *i-тому* рівні доступності виконувати будь яку операцію на нижчому *k-тому* рівні доступності, то кількість можливих варіантів послідовностей виконання операцій на двох суміжних рівнях буде рівною

$$P = i \times k. \quad (4)$$

В такому випадку можемо отримати максимальну кількість *P* варіантів тривалості технологічного циклу операцій *i-того* та *k-того* рівнів. Для оптимізації даного технологічного циклу за критерієм мінімізації тривалості потрібно вибрати такий варіант коли сумарна тривалість послідовного виконання операцій на двох суміжних рівнях буде мінімальною.

Література

1. Чухрай В.Є. Мінімізація тривалості складання різьбових

з'єднань / Чухрай В.Є., Кулинич І.Я // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2009. - №1. – С. 88-93.
 2. Чухрай В.Є. Оптимізація технологій розбирання та складання машин / Чухрай В.Є. // XV International Conference, PDMU-2010, Lviv Ukraine, May 17-21. «Освіта України». – 2010. – С.171-172.

МІНІМАКСНЕ ОЦІНЮВАННЯ В ГІПЕРБОЛІЧНИХ РІВНЯННЯХ З РОЗРИВНИМИ КОЕФІЦІЄНТАМИ

Чухрай Л.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
l.chukhrai@gmail.com

В $\Omega_T = \{(x, t) : 0 \leq x \leq 1, t_1 \leq t \leq t_3\}$ розглянемо гіперболічну крайову задачу

$$a(t) \frac{\partial^2 \varphi(x, t)}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k(x) \frac{\partial \varphi(x, t)}{\partial x} \right) + b(x) \varphi(x, t) + B(x, t) f(x) \quad (1)$$

з крайовими умовами

$$\varphi(0, t) = 0, t \in (t_1, t_3), \quad \varphi(1, t) = 0, t \in (t_1, t_3) \quad (2)$$

та початковими умовами

$$\varphi(x, t_1) = f_0(x), \quad \varphi'(x, t_1) = w_0(x), \quad x \in (0, 1), \quad (3)$$

де $f(x) \in L_2(0, 1), f_0(x) \in L_2(0, 1), w_0(x) \in L_2(0, 1), B(x, t) \in C(\Omega_T)$,

$k(x) \in C^1(0, 1), b(x) \in C(0, 1)$, причому $\exists \alpha > 0, c > 0$ таке, що $k(x) \geq \alpha > 0$, майже скрізь на $(0, 1)$, а коефіцієнт $a(t)$ задовольняє умову

$$a(t) = \begin{cases} a_1, & t_1 < t < s, \\ 0, & t = t_2, \\ a_3, & t_2 < t < t_3, \end{cases} \quad (4)$$

де $a_1(t) \in L_2(t_1, s), t_1 < s < t_2, a_3(t) \in L_2(t_2, t_3), a_1(t) > 0, a_3(t) > 0$.

Припускається, що спостерігається реалізація випадкового процесу $y = (y_1(t), y_2, y_3(t))$ з гільбертового простору H у вигляді

$$\begin{cases} y_{1k}(t) = \int_0^1 h_{1k}(x) \varphi_1(x, t) dx + \eta_{1k}(t), t_1 < t < s, k = \overline{1, N_1} \\ y_{2k} = \int_0^1 h_{2k}(x) \varphi_2(x) dx + \eta_{2k}, t = t_2, k = \overline{1, N_2} \\ y_{3k}(t) = \int_0^1 h_{3k}(x) \varphi_3(x, t) dx + \eta_{3k}(t), t_2 < t < t_3, k = \overline{1, N_3} \end{cases} \quad (5)$$

де $\varphi(x, t) = (\varphi_1(x, t), \varphi_2(x), \varphi_3(x, t))$ - узагальнені розв'язки системи рівнянь (1)-(4), $h_{ik}(x) \in L_2(0, 1), i = \overline{1, 3}$, $\eta_{1k}(t), \eta_{2k}(t_2), \eta_{3k}(t)$ - вибіркові значення випадкових процесів, які попарно некорельовані, з нульовими математичними сподіваннями

$$M\eta_{1k}(t) = M\eta_{2k}(t_2) = M\eta_{3k}(t) = 0, M\eta_{1k}^2(t) < \infty, M\eta_{2k}^2(t_2) < \infty, M\eta_{3k}^2(t) < \infty.$$

Будемо вважати, що $f_0(x), w_0(x), f(x), \eta_{1k}(t), \eta_{2k}, \eta_{3k}(t)$ не визначені точно, а відомо, що вони належать множині

$$\int_0^1 (f_0^{(n)}(x))^2 q_0^2(x) dx + \int_0^1 (w_0^{(n)}(x))^2 q_{00}^2(x) dx \leq 1, f(x) \in L_2(0, 1),$$

$$\int_{t_1}^s M\eta_{1k}^2(t) r_{1k}^2(t) dt \leq 1, M\eta_{2k}^2 r_{2k}^2 \leq 1, \int_{t_2}^{t_3} M\eta_{3k}^2(t) r_{3k}^2(t) dt \leq 1.$$

Знайдено мінімаксну оцінку функціоналу $l(\varphi)$

$$l(\varphi) = \int_{t_1}^s \int_0^1 l_1(x, t) \varphi_1(x, t) dx dt + \int_0^1 l_2(x) \varphi_2(x) dx + \int_{t_2}^{t_3} \int_0^1 l_3(x, t) \varphi_3(x, t) dx dt \quad \text{за}$$

спостереженнями (5) за станом системи, що описується системою рівнянь (1)-(4) у наступному вигляді

$$\hat{l}(\varphi) = \int_0^T \hat{u}(t) y(t) dt = l(\hat{\varphi}),$$

при цьому похибка оцінювання дорівнює

$$\sigma^2 = \sup_{G_0} M[l(\varphi) - \hat{l}(\varphi)]^2 = l(p),$$

$$\text{а } \hat{u}(t) = \left(\int_0^1 r_1^2(t) h_1(x) p_1(x, t) dx, \int_0^1 r_2^2(t) h_2(x) p_1(x) dx, \int_0^1 r_3^2(t) h_3(x) p_3(x, t) dx \right).$$

Функція $p(x, t)$ однозначно визначається як розв'язок системи інтегрально-диференціальних рівнянь.

Література

1. Наконечний О.Г. Оцінювання параметрів в умовах невизначеності // Наукові записки КНУ ім.Т.Г.Шевченка. — 2004.- Том 7:факультет кібернетики. — С.102-112.
2. Наконечний О.Г. Оптимальне керування та оцінювання в рівняннях із частинними похідними. Навчальний посібник – ВПЦ «Київський університет», 2004.-103с.

НАПІВМАРКОВСЬКА МОДЕЛЬ ВУЗЛА ТРАНКІНГОВОЇ МЕРЕЖІ

Шаріпова М.К.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Розглядається система масового обслуговування (СМО), яка представляє собою стохастичну систему з m однотипних інформаційних (трафікових) каналів і одного контрольного каналу. На вхід системи надходить рекурентний потік викликів, який задається функцією розподілу $F(t)$. Кожен виклик складається з службової і трафікової частин. Встановлення зв'язку відбувається у два етапи: спочатку іде обмін службовою інформацією, яка необхідна для з'єднання між абонентами, а потім передається трафікове навантаження. Службова інформація обробляється на контрольному каналі. Час обробки розподілений за показниковим законом з параметром μ_1 . Трафікове навантаження передається будь-яким вільним трафіковим каналом. Час передачі трафікової частини виклику розподілений за показниковим законом з параметром μ_2 , $\mu_1 \gg \mu_2$. Виклик отримує відмову, якщо зайнятий або контрольний канал, або зайняті усі m трафікових каналів.

Процес обробки викликів у системі описується двовимірним вектором $Q(t) = (Q_1(t), Q_2(t))$, де $Q_1(t) \in \{0, 1\}$ - стан контрольного каналу у момент часу t ("0" вказує на те, що канал є вільним, "1" - зайнятим), $Q_2(t) \in \{0, 1, \dots, m\}$ - число зайнятих трафікових каналів у момент часу t .

Процес $Q(t)$ для описаної вище системи вивчається методом вкладеного (по моментах надходження) ланцюга Маркова (див. [1,3]) За допомогою цього методу знаходимо стаціонарні ймовірності для процесу обробки викликів через параметри моделі. Особлива увага приділяється ймовірності відмови в обслуговуванні. На основі цього аналізу розроблений алгоритм і програма розрахунку стаціонарних ймовірностей та побудовані графіки залежності показника ефективності системи.

Література

1. Карлин С. Основы теории случайных процессов—М.:Мир, 971, 536 с.
2. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. Пер. с англ./Пер. И. И. Грушко; ред. В. И. Нейман.-М.: Машиностроение, 1979.— 432 с.
3. Takacs, L. Introduction to the Theory of Queues, Oxford: Oxford Univ. Press, 1962.

ЗАСТОСУВАННЯ ФУНКЦІЙ ЛЯПУНОВА ДО ЯКІСНОГО АНАЛІЗУ НЕЛІНІЙНИХ САР НЕЙТРАЛЬНОГО ТИПУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Шатирко А.В., Шатирко О.А.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

a_shatyko@mail.ru

Розглядаються системи з післядією нейтрального типу

$$\frac{d}{dt}[x(t) - Dx(t - \tau)] = Ax(t) + Bx(t - \tau) + bf(\sigma(t)), \quad \sigma(t) = c^T x(t), \quad t \geq 0$$

Тут $x(t) \in R^n$, A , B , D - квадратні матриці з сталими коефіцієнтами, $b, c \in R^n$, $\tau > 0$ - стале запізнювання, $f(\sigma)$ - невідома нелінійна неперервна функція з «секторною невизначеністю», що задовольняє умову Ліпшиця, $f(0) = 0$.

Деякі результати досліджень в цьому напрямку, отримані з використанням функціоналів Ляпунова-Красовського, опубліковані в роботах [1,2]. Застосування функціоналів до дослідження якісної поведінки систем з відхиленням аргументу є доречним з точки зору аналітичної завершеності. Але на практиці обчислити значення будь-якого функціоналу, або будь-яку оцінку в функціональному нескінченно-вимірному просторі не є простою задачею.

Тому застосовуючи додаткові умови (умови Б.С.Разуміхіна), та функцію Ляпунова виду виду Лур'є-Постнікова з експоненціальним множником

$$V(x,t) = e^{\lambda t} \left\{ x^T H x + \beta \int_0^{\sigma(x)} f(\sigma) d\sigma \right\}, \quad \beta > 0$$

отримано достатні умови абсолютної стійкості нелінійних систем регулювання нейтрального типу, як рівномірні так і нерівномірні за запізнюванням. Побудовано оцінки експоненціального затухання розв'язків. Результати представлені у вигляді конструктивних алгебраїчних критеріїв.

Література

1. Шатырко А.В., Хусаинов Д.Я. Абсолютная интервальная устойчивость систем непрямого регулирования нейтрального типа // Междунар. научно-техн. журнал «Проблемы управления и информатики» - 2010, №3. С.5-16
2. Шатырко А.В., Хусаинов Д.Я., Диблик Й., Баштинец Я., Риволова А. Оценки возмущений нелинейных систем непрямого регулирования нейтрального типа // Кибернетика и вычислительная техника – 2010. Вып.160, С.72-85.

ДВОТОЧКОВИЙ МЕТОД ДЛЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ З НЕДИФЕРЕНЦІЙОВНИМ ОПЕРАТОРОМ

Шахно С.М., Ярмола Г.П.

Львівський національний університет імені Івана Франка
shakhno@is.lviv.ua, halina_yarmola@ukr.net

В цій роботі розглядається метод для розв'язування нелінійного рівняння

$$F(x) + G(x) = 0, \quad (1)$$

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, але недиференційовний оператор.

Для розв'язування рівняння (1) застосовують різницеві методи [2, 3] або комбінацію методу Ньютона і різницевого методу [1].

Для знаходження коренів рівняння (1) ми пропонуємо двоточковий метод

$$x_{n+1} = x_n - A^{-1}(x_{n-1}, x_n)(F(x_n) + G(x_n)), \quad n = 0, 1, \dots, \quad (2)$$

де A - лінійний оператор, який визначається за правилом

$$A(x_{n-1}, x_n) = F'(x_n) + G(2x_n - x_{n-1}, x_{n-1}).$$

Цей метод побудований на базі методу Ньютона і методу Курчатова, які мають квадратичний порядок збіжності для розв'язування рівнянь з диференціальним оператором.

Нами вивчено напівлокальну збіжність методу (2). На тестових прикладах здійснено апробацію запропонованого методу та порівняння з відомими методами, зроблено перевірку виконання умов теореми.

Література

- 1 Argyros I.K. A unifying local-semilocal convergence analysis and applications for two-point Newton-like methods in Banach space // J. Math. Anal. Appl. – 2004. – V. 298. – P. 374–397.
- 2 Hernandez M.A., Rubio M.J. The Secant method for nondifferentiable operators // Appl. Math. Lett. – 2002. – V. 15. – P. 395–399.
- 3 Ren H., Argyros I.K. A new semilocal convergence theorem for a fast iterative method with nondifferentiable operators // J. Appl. Math. Comp. – 2010. – V. 34. – № 1-2. – P. 39–46.

АДАПТИВНІ МОДЕЛІ АПРОКСИМАЦІЇ СИГНАЛІВ У СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНИХ КЛАСАХ ФУНКЦІЙ

Швець О.Ф., Дегтяр О.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

olga.degtyar@gmail.com

Багато прикладних задач в різних галузях, зокрема економіці, пов'язані з обробкою даних, що надходять у режимі реального часу. В роботі розглянуто адаптивний алгоритм апроксимації таких даних, що базується на методах структурно-параметричної оптимізації.

Використання адаптивних алгоритмів дає можливість ефективно розпізнавати та класифікувати дані по мірі їх надходження [1,2].

Нехай нам відомий неперервний векторний сигнал $x = (x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(m)}) = (\xi^{(1)}(t), \xi^{(2)}(t), \dots, \xi^{(m)}(t)), t_0 \leq t \leq T$. Задача полягає в його апроксимації за допомогою заданого параметричного сімейства [3].

Якщо на проміжку $[t_0, t]$ сигнал відомо, то ставиться задача адаптивної корекції вектора параметрів таким чином, щоб мінімізувати деяку нев'язку.

Для знаходження вектора невідомих параметрів записується та розв'язується система звичайних диференціальних рівнянь [3,4].

Література

1. Ахиезер Н.И. Лекции по теории аппроксимации. – М.: Наука, 1965. – 407 с.
2. Бублик Б.Н., Гаращенко Ф.Г., Кириченко Н.Ф. Структурно-параметрическая оптимизация и устойчивость динамики пучков. – К.: Наукова думка, 1985. – 304с.
3. Гаращенко Ф.Г., Кириченко М.Ф., Крак Ю.В. та ін. Сучасні методи та інформаційні технології математичного моделювання, аналізу і оптимізації складних систем. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2006. – 200 с.
4. Швець О.Ф. Використання методу структурно-параметричної оптимізації в задачах цифрової обробки інформації // Вісник Київського університету. – Сер. фізико-математичні науки. – 2005. – № 4. – С. 249 – 255.

КОМПОЗИЦІЙНО-НОМІНАТИВНІ МОДАЛЬНІ ЛОГІКИ ЧАСТКОВИХ ПРЕДИКАТІВ

Шкільняк О.С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

oshkilnyak@unicyb.kiev.ua

Для моделювання предметних областей та опису інформаційних і програмних систем в останні роки все більше використовуються модальні й темпоральні логіки. Апарат темпоральних логік успішно застосовується для специфікації та верифікації програм. На базі таких логік збудовано низку систем та мов специфікацій.

Можливості традиційних модальних логік та композиційно-номінативних логік квазіарних часткових предикатів поєднують композиційно-номінативні модальні логіки (КНМЛ) [1]. Нові класи КНМЛ реномінативного, кванторного, кванторно-екваційного, функціонально-екваційного рівнів збудовано в [2,3] на основі спеціального уточнення поняття композиційно-номінативної модальної системи (КНМС), яке є центральним поняттям КНМЛ. В

рамках КНМС виділено транзиційні модальні системи (ТМС), важливими випадками яких є загальні транзиційні та темпоральні. Описано мови для відповідних класів КНМЛ на різних рівнях. Виділено ТМС із сильною умовою та загальною умовою визначеності на станах. Для логік функціонально-екваційного рівня виділено функціонально стабільні ТМС.

Побудовано числення секвенційного типу для загальних транзиційних і для темпоральних логік еквітонних предикатів пропозиційного та номінативних рівнів. Залежно від властивостей відношення досяжності на станах світу отримано низку різних типів цих числень. Для побудованих числень доведено теореми коректності та повноти.

Дослідження планується продовжити побудовою конкретніших прикладних класів темпоральних КНМЛ – метричних логік з дискретним часом. Такі логіки будуть безпосереднього застосовуватися для специфікації та верифікації програм.

Література

1. Нікітченко М.С., Шкільняк С.С. Математична логіка та теорія алгоритмів. – К.: ВПЦ Київський університет, 2008. – 528 с.
2. Шкільняк О.С. Семантичні властивості композиційно-номінативних модальних логік // Проблеми програмування. – 2009. – № 4. – С. 11-23.
3. Шкільняк О.С. Композиційно-номінативні модальні логіки функціонально-екваційного рівня // Проблеми програмування. – 2010. – № 2–3 – С. 42-47

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РЕШЕНИЙ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ СТОХАСТИЧЕСКИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С МАРКОВСКИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Шушарин Ю.В.

Киевский национальный экономический университет
имени Вадима Гетьмана
shusharin@meta.ua

Рассматривается устойчивость решений системы
стохастических дифференциальных уравнений

$$dX(t) = A(\xi(t))X(t)dt + H(\xi(t))X(t)dw(t), \quad (1)$$

где $w(t)$ – винеровский случайный процесс, $\xi(t)$ – марковский конечнозначный процесс, принимающий значения ξ_k ($k = 1, \dots, n$) с вероятностями $p_k(t)$

$$p_k(t) = P(\xi(t) = \xi_k) \quad (k = 1, \dots, n),$$

удовлетворяющими системе уравнений

$$\frac{dp_k(t)}{dt} = \sum_{s=1}^n a_{ks} p_s(t) \quad (k = 1, \dots, n). \quad (2)$$

Теорема. Для того, чтобы нулевое решение системы (1) было асимптотически устойчиво в среднем квадратическом необходимо и достаточно, чтобы система матричных уравнений

$$C_s A_s + A_s^* C_s + \sum_{k=1}^n a_{ks} C_k + A^*(\xi_k) C_s A(\xi_k) + B_s = 0 \quad (3)$$

при $B_s > 0$ ($s = 1, \dots, n$) имело решение $C_s > 0$.

Литература

1. Корневский Д.Г. Дестабилизирующий эффект параметрического белого шума в непрерывных дискретных динамических системах. – Киев: Академперіодика, 2008. - 128 с.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНОГО ПОТОКУ ЗА РУСЛОВОЮ ГРЯДОЮ

¹ Щодро О.Є., ² Ходневич Я.В., ² Стефанишин Д.В.

¹ Національний університет водного господарства
та природокористування,

² Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору НАН України
alexeug@hotmail.com

dvstefanyshyn@yahoo.com, hodnevych_jaroslav@ukr.net

Розглядається задача чисельного моделювання кінематичних характеристик турбулентного водного потоку в локальній тривимірній області у формі паралелепіпеда за русловою грядою, що розміщена під гострим кутом до берега та відхилена вниз за течією. За даними натурних спостережень та лабораторних досліджень [1] саме за такими грядами розвиваються інтенсивні

гвинтоподібні турбулентні течії з переміщенням наносів від берега, що призводить до місцевих розмивів дна та берегів русел рік при повенях.

Обчислення кінематичних характеристик потоку проводилися за допомогою наступних модельних рівнянь [2]:

$$\overline{u_j} \frac{\partial \overline{u_i}}{\partial x_j} = \overline{X_i} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \overline{p}}{\partial x_i} + \nu_T \nabla^2 (\overline{u_i}), \quad (1)$$

$$\frac{\partial \overline{u_i}}{\partial t} + \frac{\partial (\overline{u_i u_j})}{\partial x_j} = \overline{X_i} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \overline{p}}{\partial x_i} - \frac{\partial (\overline{u_i' u_j'})}{\partial x_j}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial k}{\partial t} + \overline{u_j} \frac{\partial k}{\partial x_j} = \nu_T \left(\frac{\partial \overline{u_i}}{\partial x_j} + \frac{\partial \overline{u_j}}{\partial x_i} \right) \frac{\partial \overline{u_i}}{\partial x_j} - C_D \frac{k^{3/2}}{L} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\nu_T}{\delta_k} \cdot \frac{\partial k}{\partial x_j} \right), \quad (3)$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \overline{u_j} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\nu_T}{\delta_\varepsilon} \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right) + \left(C_{1\varepsilon} \frac{p}{\varepsilon} - C_{2\varepsilon} \right) \frac{\varepsilon^2}{k}, \quad (4)$$

де $\overline{u_i}$ – компоненти вектора осередненої швидкості, t – час, x_i – координати точки, $\overline{X_i}$ – компоненти вектора осередненої масової сили, ρ – щільність рідини, $\overline{p}$ – осереднений гідродинамічний тиск, ν_T – коефіцієнт турбулентної в'язкості, $\overline{u_i' u_j'}$ – момент кореляції пульсацій швидкостей, k – енергія турбулентності, ε – швидкість дисипації енергії турбулентності, L – довжина шляху перемішування, C_D , $C_{1\varepsilon}$, $C_{2\varepsilon}$, δ_k , δ_ε – модельні константи, i – номер рівняння, j – номер члена в рівнянні ($i, j = \overline{1,3}$).

З метою отримання стійких розв'язків на першому кроці розв'язувалася система рівнянь (1) на розрідженій рівномірній сітці з використанням неявної різницевої схеми. Далі отримані за неявною схемою значення кінематичних характеристик потоку приймалися в якості початкового наближення для розв'язання більш складної задачі – системи рівнянь Рейнольдса (2), доповненої рівняннями k - ε моделі (3)-(4). При цьому здійснювалася перевірка інтегральної умови нерозривності потоку, розрахункова

сітка згущувалася та виконувалася сплайнова апроксимація наближених кінематичних характеристик [2, 3].

Після кожного часового кроку чисельного розв'язання системи рівнянь (2)-(4) за явною схемою Мак-Кормака на згущеній рівномірній сітці обчислювалися поля осереднених швидкостей потоку за грядою та знаходилися розподіли осереднених значень кінетичної енергії турбулентності k , швидкості її дисипації ε і коефіцієнта турбулентної в'язкості.

Верифікація чисельних розв'язків проводилася на основі експериментальних та натурних даних для ділянки р. Стрий [2, 3].

Література

1. Schodro A.E. River bed deformations near banks and hydraulic structures due to river flow// Fourth Int. Conf. on River Basin Management Including all Aspects of Hydrology, Ecology, Environmental Management, Flood Plains and Wetlands. WIT-Press, Southampton, Boston, 2007. P.381-387.
2. Ходневич Я.В., Щодро О.С., Корбутяк В.М. Методика чисельного моделювання турбулентних течій у відривних зонах при оцінці розмиваючої здатності потоку гірських рік// Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. Зб. наукових праць. Вип. 33. – Рівне: НУВГП, 2008. С. 81-86.
3. Стефанишин Д.В., Ходневич Я.В., Щодро А.Е. Прогнозирование местных размывов дна и берегов предгорных участков рек с использованием технологий геоинформационных систем и систем дистанционного зондирования земли// Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. 2010. Т. 258. С. 10-18.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ У ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

В.С.Донченко, А.О. Голік
voldon@unicyb.kiev.ua

В доповіді представлений модельний підхід до розв'язання задачі розпізнавання мови одного диктора на обмеженій множині слів. Модельність визначається вибором способу опису мовного утворення: вибором вектору ознак, вибором алгоритму та реалізацією.

Розглянуті всі етапи розпізнавання мовної інформації: перетворення отриманого через гарнітуру сигналу спочатку у тривимірну спектрограму з подальшим аналізом та виділенням формантних характеристик. Саме формантні характеристики спектрограми для сигналу в цілому є основою побудови векторів ознак. Пропонуються декілька варіантів їх формування, зокрема, на основі частотних та на основі енергетичних характеристик формант спектрограми. Розглядається можливість побудови як векторів ознак, так і матриць, застосування різних відстаней відповідності, зокрема, евклідової та еліпсоїдної.[1] Крім того, запропоновані декілька способів стандартизації векторів ознак (та матриць): за частотними характеристиками та за часом. Стандартизація за частотними характеристиками дозволяє вирішити проблему різної гучності вимовлення слів, а за часом – різної довжини слів. У випадку матриць пропонується варіант графічної обробки спектрограми слова з подальшою побудовою матриці на базі стандартизованого зображення. Також представлені кілька варіантів модифікації вищезгаданих векторів ознак, наприклад, двовимірні вектори, які відображають положення формантних характеристик сигналу не лише по вісі частот, а й у часі.

В доповіді розглянута можливість застосування технології паралельних обчислень CUDA на різних етапах задачі розпізнавання мовної інформації, зокрема при побудові матриці спектрограми.

Література

1. В.С Кириченко Н.Ф. Донченко В.С. Гиперплоскости в «множествах и расстояниях соответствия»: кластеризация / Artificial Intelligence and Decision Making.– International book series “INFORMATION SCIENCE&COMPUTING”, Number 7.–Supplement to the International Journal “INFORMATION TECHNOLOGES&COMPUTING” V.2/2008 FOI ITHEA, Sofia 2008.– P. 25-36

**ПОБУДОВА ОЦІНОК РІШЕНЬ В МОДЕЛІ
ПРОТИПУХЛИННОГО ІМУНІТЕТУ З ІМПУЛЬСНИМИ
ЗБУРЕННЯМИ**

¹Марценюк В.П., ²Гвоздецька І.С.

Тернопільський державний медичний університет
імені І. Горбачевського

¹marceniuk@yahoo.com, ²irasoroka@rambler.ru

У роботі [1] була запропонована спрощена модель протираковинного імунітету з урахуванням впливу пошкодженого органу-мішені на імунну відповідь. У такій моделі була використана динаміка Гомперца для зростання популяції проліферуючих клітин (вперше таке застосування було успішно обґрунтоване в роботі [2]) і модель імунної системи Г.І.Марчука [3]. У той же час практичні завдання, пов'язані з радіотерапевтичним і радіохірургічним (гамманіж, кіберніж) лікуванням вимагають розгляду складнішого класу імпульсних моделей [4].

У даній роботі розглядається модель:

$$\begin{aligned}\frac{dL(t)}{dt} &= \alpha_L L(t) \ln \frac{\theta_L}{L(t)} - \gamma_L F(t) L(t), \\ \frac{dC(t)}{dt} &= \xi(m) \alpha L(t - \tau) F(t - \tau) - \mu_C (C(t) - C_0), \\ \frac{dF(t)}{dt} &= b_f C(t) - (\mu_f + \eta \gamma_L L(t)) F(t), \\ \frac{dm(t)}{dt} &= \sigma L(t) - \mu_m m(t), \quad t \neq nT, n \in N, \\ \left. \begin{aligned} L(t) &= -pL(t), (0 < p < 1) \\ \Delta C(t) &= \Delta F(t) = 0, \\ \Delta m(t) &= -pm(t) \end{aligned} \right\} \quad t = nT, n \in N\end{aligned}\tag{1}$$

Метою даної роботи є запропонувати оцінки розв'язків системи (1), в термінах параметрів моделі в явному вигляді.

Існують додатні сталі $\theta_C, \theta_F, \theta_m$ такі, що $L(t) \leq \theta_L$ і $C(t) \leq \theta_C$ $F(t) \leq \theta_F$

У роботі запропонована модель протипухлинного імунітету з імпульсними збуреннями в популяції проліферуючих клітин. На відміну від моделей, які розглядалися ранішим, вона прийнятна для опису впливу лікування радіотерапії.

Для розв'язків моделі отримані асимптотичні оцінки в явному вигляді. Такі оцінки були знайдені в результаті розв'язку імпульсних диференціальних нерівностей для функцій типу Ляпунова. Оцінки можуть бути використані при якісному дослідженні систем і при побудові оптимальних схем лікування.

Література

1. Марценюк В.П. Построение и изучение устойчивости модели противоопухолевого иммунитета // Кибернетика и системный анализ. – 2004. - №5. – С. 123-130.
2. Laird A. K. (1964). "Dynamics of tumor growth". Br J of Cancer 18: 490–502.
3. Марчук Г.И. Математические модели в иммунологии. М.: Наука, 1980. 264 с.
4. Wassim M. Haddad <http://www.amazon.com/Impulsive-Hybrid-Dynamical-Systems-Dissipativity/dp/0691127158> - # Vijay Sekhar Chellaboina, Sergey G. Nersesov, Impulsive and Hybrid Dynamical Systems: Stability, Dissipativity and Control / Princeton University Press, 2008 ISBN: 0-691-12715-8, 504 p.
5. V.Lakshmikantham, D.D.Bainov, P.S.Simeonov, Theory of Impulsive Differential Equations / World Scientific Publishing Co. 1989, 279 p.

СТРУКТУРНА ОПТИМІЗАЦІЯ В ЗАДАЧАХ СИНТЕЗУ СКЛАДНИХ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ

Теплюх З.М., Ділай І.В.

Національний університет "Львівська політехніка"

divlv@ukr.net

Потреба у складних багатокомпонентних газових сумішах точно заданого складу постійно збільшується завдяки інтенсивному розвитку сучасних високих технологій і зростим вимогам до перевірювальних сумішей газоаналітичних систем, зокрема, побудованих на основі хроматографічної апаратури, призначеної для визначення компонентного складу природного газу, забрудненості атмосфери, наукових досліджень тощо.

Складність проблеми синтезу таких сумішей зумовлена як їх багатокомпонентністю (часто більше десяти), так і потребою в значній кількості (десятки) сумішей з різними концентраціями компонентів, які можуть бути як на рівні макро- так і наноконцентрацій. Крім того, необхідно забезпечити як високу точність задання концентрацій компонентів, так і їх підтримання в процесі синтезу [1]. Ці задачі можна вирішити лише з допомогою газодинамічного методу змішування газових потоків на основі дозуючих дросельних елементів з рівними (кратними) газодинамічними провідностями (опорами) і повторювачів стабілізованих тисків подільника живлення [2].

Синтез вказаних газових сумішей з допомогою газодинамічних синтезаторів вимагає побудови складних дросельних структур з дуже великою кількістю елементів.

Отже, задачу оптимізації можна сформулювати так: знайти структуру синтезатора і систему кратностей з мінімальною кількістю дозуючих елементів, які забезпечать приготування потрібних із заданої сукупності сумішей. Нами цю задачу запропоновано вирішити, зокрема, з використанням математичного апарату цілочисельного лінійного програмування.

Література

1. Ділай І.В., Теплюх З.М. Автоматизоване управління концентраціями компонентів газової суміші /Наукові нотатки //Міжвузівський збірник, вип. 20. Луцьк, 2007. С.142-146.
2. Теплюх З.М. Принципи побудови високоточних дросельних синтезаторів газових сумішей //Вісник НУ "Львівська політехніка" №551, "Автоматика, вимірювання та керування". Львів, 2006. С.87-94.