НАУКОВІ ВІСТІ

Національного технічного університету України
"Київський політехнічний інститут"

Науково–технічний журнал

№ 1(69) 2010

Започаткований у вересні 1997 року

Редакційна колегія:

Головний редактор
М.З. Згуровський

Заступник головного
редактора
М.Ю. Ільченко

Відповідальний секретар
П.П. Маслянко

Члени редколегії –
координатори
наукових напрямків

М.І. Бобир
С.Г. Бунін
В.Ю. Горчаков
І.А. Дичка
О.В. Збруцький
Б.В. Новіков
О.М. Новіков
Є.М. Письменний
А.В. Праховник
Д.Ф. Чернега
О.Г. Юрченко
Ю.І. Якименко

Редакційна рада

Адреса редакції:
03056, Київ-56,
проспект Перемоги, 37,
Національний технічний
університет України
"Київський політехнічний
інститут",
Тел. 454-91-23

У номері:

Електроніка, радіотехніка
та засоби телекомунікацій

Енергетика та нові
енергогенеруючі технології

Інформаційні технології,
системний аналіз та керування

Матеріалознавство
та машинобудування

Приладобудування
та інформаційно-вимірювальна
техніка

© Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", 2010

Засновник – Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"
Свідоцтво про державну реєстрацію журналу – серія КВ № 2863, видане 26 вересня 1997 року

Рекомендовано Вченою Радою Національного технічного університету України
"Київський політехнічний інститут", протокол № 4 від 12.04.10 р.

Члени редакційної ради

Технічні науки

В.І. Губар
В.С. Коваленко
В.І. Костюк
Ю.Ю. Лукач
Г.М. Любчик
Є.А. Мачуський
О.А. Павлов
М.Г. Попович
В.М. Прохоренко
Н.С. Равська
В.О. Румбешта
В.І. Сенько
В.П. Тарасенко
А.А. Щерба

Секретар редакції Л.Д. Калько

Редактор В.Г. Мельник

Графічний дизайн Т.В. Дунайської-Олійник
Комп'ютерна верстка О.М. Нестеренко
Н.М. Шеліган
Коректор Л.П. Троценко

Підп. до друку 15.04.2010. Формат 60×84 1/8. Папір офс. Гарнітура Times.
Спосіб друку – ризографія. Ум. друк. арк. 18,60. Обл.-вид. арк. 31,68. Наклад 200 пр. Зам. № 10-142.

НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка»
Свідоцтво ДК № 1665 від 28.01.2004 р.
03056, Київ, вул. Політехнічна, 14, корп. 15
тел./факс (044) 406-81-78

ЗМІСТ

Електроніка, радіотехніка та засоби телекомунікацій

Павлов О.І., Бондаренко А.С. Розпізнавання сигналів фонендоскопії в просторі лінійних спектральних параметрів найвищої регресії 5

Енергетика та нові енергогенеруючі технології

Кузьменко І.М. Моделювання гідродинаміки плівки в структурі сітки 11

Інформаційні технології, системний аналіз та керування

Ємець О.О., Парфьонова Т.О. Оцінювання допустимих множин розв'язків комбінаторної транспортної задачі на перестановках, що розв'язується методом гілок і меж 21

Кірік О.Є. Оптимізація заповнення сховищ у задачах розрахунку потоків для розподільчих мереж ... 28

Колєчкіна Л.М. Метод локалізації значення лінійної функції на перестановках з лінійними обмеженнями 36

Кузнєцова Н.В., Бідюк П.І. Порівняльний аналіз характеристик модулей оцінювання ризиків кредитування 42

Маслянко П.П., Вознюк С.С., Вознюк А.С. Побудова метамоделі діяльності на основі загальнопсихологічної теорії діяльності О.М. Леонтьєва 54

Повещенко Г.П. Модель процесу формування оцінок експертного прогнозу 65

Романюк В.В. Розв'язування антагоністичної гри з експоненціальним ядром на одиничному гіперкубі $2N$-вимірного евклідового простору 75

Титенко С.В. Побудова дидактичної онтології на основі аналізу елементів понятійно-тезисної моделі . 82

Матеріалознавство та машинобудування

Андреєв І.А. Отримання спрощеної формули для опису ламінарної течії ньютонівської рідини в прямокутному каналі за допомогою "методу впливу" .. 88

Копилов В.І., Смирнов І.В., Антоненко Д.О. Адгезійні властивості і міцність зчеплення газотермічних покриттів 93

Кулініч А.А. Особливості формування структури механічних властивостей сплаву АМг6л з підвищеним вмістом домішок кремнію після литва в кокіль та термічної обробки 104

Легеза В.П., Легеза Д.В. Умови порушення "чистого" кочення циліндра вздовж брахістохрони 109

Ляшенко Б.А., Радько О.В., Скуратовський А.К. Збільшення ресурсних показників сталевих деталей машин через застосування енергозберігаючих технологій поверхневого зміцнення 115

Малежик М.П., Зазимко Н.М. Визначення напружено-деформованого стану поблизу вільного і підкріпленого отвору в анізотропній пластинці при імпульсному навантаженні 120

Чернега Д.Ф., Кудь П.Д., Іванченко Д.В. Ливарний алюмінієвий сплав для ємностей зберігання водню 125

Приладобудування та інформаційно-вимірювальна техніка

Бушинський В.О., Воронов С.О., Панкратов В.Й., Родіонов В.М. Метод технологічного контролю блиску стрічкових і листових матеріалів 130

Гордієнко В.І., Колобродов В.Г. Вплив фактора заповнення чутливими елементами інфрачервоної матриці на якість тепловізійного зображення 135

Гусинін А.В. Системи повітряного старту ракет-носіїв легкого класу 140

Мелащенко О.М., Рижков Л.М. Оцінювання кутової орієнтації мікросупутника еліпсоїдальним фільтром 146

Чиж І.Г., Афончина Н.Б., Якименко Т.М. Обґрунтування діапазонів вимірювання аметропії і астигматизму ока офтальмологічними аберометрами 151

Реферати 157

Автори номера 160

CONTENTS

Electronics, radio engineering and telecommunications

Pavlov O.I., Bondarenko A.S. Recognition of Phonendoscope Signals in the Linear Spectrum Parameters Domain of the Highest Regression 5

Power engineering and new energy generation technologies

Kuzmenko I.M. Modeling of Film Hydrodynamics in the Grid Structure 11

Information technology, system analysis and guidance

Iemets O.O., Parfonova T.O. On Estimating the Acceptable Sets of Solutions of Combinatorial Transport Problem on Permutations Solved by the Method of Branches and Bounds 21

Kirik O.Ye. Optimization of Storehouses Filling in Flow Distribution Problems..... 28

Kolechkina L.M. The Localization Method of the Linear Function Value on Transpositions with Linear Limitations 36

Kuznyetsova N.V., Bidyuk P.I. The Comparative Analysis of the Models' Characteristics for Credit Rating..... 42

Maslyanko P.P., Vozniuk S.S., Vozniuk A.S. Const-ruction of the Metamodel Activity Based on A.N. Leontiev's Activity Theory 54

Poveshchenko G.P. A Model of Dynamics Forecasting 65

Romanyuk V.V. On Solving the antagonistic game with the exponential kernel on the unit hypercube of the $2N$ -dimensional Euclidean space 75

Tytenko S.V. Construction of Didactic Ontology Based on the Analysis of Concept-Thesis Model Elements ... 82

Materials science and machine building

Andreyev I.A. On Obtaining the Simplified Formula for Describing the Laminar Flow of Newtonian Liquid in the Rectangular Channel by Utilizing the Influence Method 88

Kopylov V.I., Smyrnov I.V., Antonenko D.O. Adhe-sive Properties and Cohesive Resistance of Thermal Sprayed Coatings 93

Kylinich A.A. The Specificity of Forming the Structure and Mechanical Properties of АМг6л Alloy with the Enhanced Content of Silicon Admixtures after Casting and Heat Treatment 104

Legeza V.P., Legeza D.V. The Conditions of Violation of Cylinder "Clean" Rolling along the Brachistochrone 109

Lyashenko B.A., Radko O.V., Skuratovskiy A.K. The Increase of Resource Indexes of Steel Machinery by Applying Energy Saving Surface Strengthening Technologies 115

Malezhyk M.P., Zazymko N.M. On Determining the Stress-Strained State near the Free and Supported Aperture in the Anisotropic Plate at Pulse Load 120

Chernega D.F., Kud P.D., Ivanchenko D.V. The Foundry Aluminium Alloy for Hydrogen-Storage Barrels ... 125

Instrument manufacturing and information measuring technology

Bushinsky V.O., Voronov S.O., Pankratov V.I., Rodionov V.M. The Method of Technology Glance Control of Tape and Sheet Materials 130

Gordienko V.I., Kolobrodov V.G. The Influence of Fill-Factor by Pixels of an Infra-Red Matrix Detector on the Quality Thermal Images 135

Gusynin A.V. Lightweight Class Systems of Launch Vehicles Air Start 140

Melaschenko O.M., Ryzhkov L.M. On Evaluation of Microsatellite Spatial Angular Orientation by Ellipsoid Filter 146

Chizh I.G., Afonchyna N.B., Yakimenko T.M. On Determining Ranges of Eye Ametropy and Astigmatism by Employing Ophthalmology Aberrometers .. 151

Reports 157

Contributors to the issue 160

УДК 519.832.4

В.В. Романюк

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ АНТАГОНІСТИЧНОЇ ГРИ З ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНИМ ЯДРОМ НА ОДИНИЧНОМУ ГІПЕРКУБІ 2*N*-ВИМІРНОГО ЕВКЛІДОВОГО ПРОСТОРУ

Вступ

Ігрове моделювання дає можливість ефективно оптимізувати конфліктно-керовані явища та процеси. Одним із найбільш цікавих конфліктних процесів є еволюція взаємодії двох конкурентів, де завданням першого є ураження другого [1, 2]. Антагоністичні моделі таких явищ можуть бути використані в оптимізації елементарних складових військової протиповітряної оборони, а також у цивільних конкуруючих структурах з двома конкурентами, які рухаються строго в межах визначеної області. При цьому універсальність прийнятого у відповідній моделі рішення залежить від кількості ступенів вільності [3] кожної з дійових осіб, із збільшенням якої конфліктно-керована модель стає більш адекватною та коректною. Аналіз останніх публікацій за темою дослідження еволюції взаємодії двох конкурентів свідчить про те, що в напрямку антагоністичного моделювання таких явищ існують лише окремі спроби дістати узагальнений розв'язок для фіксованої кількості ступенів вільності [4, 5].

Постановка задачі

Метою статті є виявлення ключових властивостей (опуклість чи вгнутість) антагоністичної моделі еволюції взаємодії двох конкурентів при довільній кількості ступенів їх вільності та знаходження хоча б одного аналітичного розв'язку, що відповідатиме виявленій властивості гри.

Попередні відомості

Припускатимемо, що кожен із конкурентів має N координат або ступенів вільності, де $N \in \mathrm{N}$. Якщо ці координати пронормувати і кожну з них пересунути на одиничний сегмент з лівим кінцем у початку координат, то маневрування другого конкурента (гравця) відбуватиметься, взагалі кажучи, на одиничному гіперкубі

$$S = \coprod_{k=1}^{N} [0;1]. \tag{1}$$

Відповідно перший гравець буде намагатися уразити мішень на одиничному гіперкубі

$$F = \coprod_{k=1}^{N} [0;1]. \tag{2}$$

У найпростішому випадку імовірність ураження першим гравцем другого гравця описується експоненціальним ядром [1, 4, 6]

$$P(\mathbf{X}, \mathbf{Y}) = \prod_{k=1}^{N} \exp[-\lambda(x_k - y_k)^2] \tag{3}$$

цієї антагоністичної гри,

$$\mathbf{X} = [x_1 \quad x_2 \quad \dots \quad x_N] \in F \subset \mathrm{R}^N, \tag{4}$$

$$\mathbf{Y} = [y_1 \quad y_2 \quad \dots \quad y_N] \in S \subset \mathrm{R}^N, \tag{5}$$

яке задається на одиничному гіперкубі

$$F \times S = \left(\coprod_{k=1}^{N} [0;1]\right) \times \left(\coprod_{k=1}^{N} [0;1]\right) = \left(\coprod_{c=1}^{2N} [0;1]\right) \subset \mathrm{R}^{2N} \tag{6}$$

$2N$-вимірного евклідового простору, де додатний параметр λ визначає ступінь досконалості системи наведення (прицілу) першого гравця, тобто точність кожного пострілу.

У праці [4] для визначеного на напіввідкритому інтервалі параметра λ антагоністичну гру з ядром (3), яке визначається на одиничному гіперкубі (6), розв'язано при $N = 1$. Для більших значень цього параметра існує розроблений програмний модуль, який повертає наближений розв'язок з великою точністю. Проте розв'язок антагоністичної гри з ядром (3) на гіперкубі (6) при $N = 1$ дає можливість гравцям оптимально взаємодіяти лише на одиничному сегменті $[0;1]$, тобто навіть не на площині чи, тим більше, у просторі. Тому слід спробувати виявити властивість вгнутості чи випуклості антагоністичної гри з ядром (3) на гіперкубі (6) для будь-якого натурального числа N координат руху гравців. Справедливість хоча б однієї з цих властивостей дасть змогу аналітично шукати розв'язки досліджуваної гри.

Властивість невипуклості гри

Умовою випуклості є виконання нерівностей [4, 6, 7]

$$\frac{\partial^2 P(\mathbf{X},\mathbf{Y})}{\partial y_j \partial y_j} \geq 0 \quad \forall\, \mathbf{X} \in F \text{ та } \forall\, \mathbf{Y} \in S$$

$$\text{при } j = \overline{1,N}. \tag{7}$$

Якщо дана антагоністична гра виявиться випуклою, то в ній другий гравець матиме чисту оптимальну стратегію [7, с. 84], яка визначається відомим способом. Проте має місце така теорема.

Теорема 1. Антагоністична гра з ядром (3), яке задається на одиничному гіперкубі (6), для будь-якого натурального числа N при $\lambda > 0$ не є випуклою.

Доведення. Знайдемо перші частинні похідні гіперповерхні (3) по координатах y_j $\forall\, j = \overline{1,N}$. Маємо

$$\frac{\partial P(\mathbf{X},\mathbf{Y})}{\partial y_j} = \frac{\partial}{\partial y_j}\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2] =$$

$$= 2\lambda(x_j - y_j)\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2],\ j = \overline{1,N}. \tag{8}$$

Далі знаходимо другі частинні похідні гіперповерхні (3) по цих же координатах:

$$\frac{\partial^2 P(\mathbf{X},\mathbf{Y})}{\partial y_j \partial y_j} =$$

$$= \frac{\partial}{\partial y_j}\left(2\lambda(x_j - y_j)\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2]\right) =$$

$$= -2\lambda\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2] +$$

$$+ 4\lambda^2(x_j - y_j)^2\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2] =$$

$$= 2\lambda(2\lambda(x_j - y_j)^2 - 1)\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2],$$

$$j = \overline{1,N}. \tag{9}$$

Оскільки при $\lambda > 0$ виконується подвійна нерівність

$$0 < 2\lambda\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2] \leq 2\lambda \tag{10}$$

$$\forall\, \mathbf{X} \in F \text{ та } \forall\, \mathbf{Y} \in S,$$

то нерівності

$$2\lambda(2\lambda(x_j - y_j)^2 - 1)\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2] \geq 0,$$

$$j = \overline{1,N}, \tag{11}$$

які відповідають умові випуклості (7) даної антагоністичної гри, зводяться до нерівностей

$$2\lambda(x_j - y_j)^2 - 1 \geq 0,\ j = \overline{1,N}. \tag{12}$$

Але, скажімо, уже при $x_j = y_j$ співвідношення (12) не виконується. Тому й умова випуклості (7) не виконується, що означає невипуклість антагоністичної гри з ядром (3) на гіперкубі (6) для будь-якого натурального числа N при $\lambda > 0$. Теорему доведено.

Властивість вгнутості гри

Умовою вгнутості є виконання нерівностей [4, 6, 7]

$$\frac{\partial^2 P(\mathbf{X},\mathbf{Y})}{\partial x_j \partial x_j} \leq 0 \quad \forall\, \mathbf{X} \in F \text{ та } \forall\, \mathbf{Y} \in S$$

$$\text{при } j = \overline{1,N}. \tag{13}$$

Якщо досліджувана антагоністична гра виявиться вгнутою, то в ній перший гравець матиме чисту оптимальну стратегію [7, с. 86], яка визначається відомим способом. І тут має місце така теорема.

Теорема 2. Антагоністична гра з ядром (3), яке задається на одиничному гіперкубі (6), для будь-якого натурального числа N при $\lambda \in \left(0; \frac{1}{2}\right]$ є вгнутою.

Доведення. Знайдемо перші частинні похідні гіперповерхні (3) по координатах x_j $\forall\, j = \overline{1,N}$. Маємо

$$\frac{\partial P(\mathbf{X},\mathbf{Y})}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2] =$$

$$= -2\lambda(x_j - y_j)\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2],$$

$$j = \overline{1, N}. \qquad (14)$$

Далі знаходимо другі частинні похідні гіперповерхні (3) по цих же координатах:

$$\frac{\partial^2 P(\mathbf{X}, \mathbf{Y})}{\partial x_j \partial x_j} =$$

$$= \frac{\partial}{\partial x_j}\left(-2\lambda(x_j - y_j)\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2]\right) =$$

$$= -2\lambda\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2] +$$

$$+ 4\lambda^2(x_j - y_j)^2\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2] =$$

$$= 2\lambda(2\lambda(x_j - y_j)^2 - 1)\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2] =$$

$$= \frac{\partial^2 P(\mathbf{X}, \mathbf{Y})}{\partial y_j \partial y_j}, \quad j = \overline{1, N}. \qquad (15)$$

Оскільки при $\lambda > 0$ виконується подвійна нерівність (10), то нерівності

$$2\lambda(2\lambda(x_j - y_j)^2 - 1)\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2] \le 0,$$

$$j = \overline{1, N}, \qquad (16)$$

які відповідають умові вгнутості (13) даної антагоністичної гри, зводяться до нерівностей

$$2\lambda(x_j - y_j)^2 - 1 \le 0, \quad j = \overline{1, N}. \qquad (17)$$

Але $x_j \in [0;1]$ та $y_j \in [0;1]$, тому $(x_j - y_j)^2 \in [0;1]$ для всіх $j = \overline{1, N}$. Отже, співвідношення (17) у будь-яких точках гіперкубів (1) і (2) виконуються при $\lambda \in \left(0; \frac{1}{2}\right]$. Тому при $\lambda \in \left(0; \frac{1}{2}\right]$ антагоністична гра з ядром (3) на гіперкубі (6) є вгнутою. Теорему доведено.

Оптимальне значення гри та оптимальна стратегія першого гравця

Далі вже будемо розглядати вгнуту антагоністичну гру з ядром (3) на гіперкубі (6). У ній перший гравець має чисту оптимальну стратегію, яка визначається максимінним способом [7, с. 86].

Теорема 3. У вгнутій антагоністичній грі з ядром (3), яке задається на одиничному гіперкубі (6), перший гравець має чисту оптимальну стратегію

$$\mathbf{X}_{\text{opt}} = [x_1^{(\text{opt})} \quad x_2^{(\text{opt})} \quad \dots \quad x_N^{(\text{opt})}] =$$

$$= \left[\frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad \dots \quad \frac{1}{2}\right] \in F \subset \mathrm{R}^N, \qquad (18)$$

а оптимальним значенням гри є

$$v_{\text{opt}} = \exp\left(-\frac{N}{4}\lambda\right). \qquad (19)$$

Доведення. Оптимальна чиста стратегія першого гравця знаходиться як аргумент зовнішнього екстремуму відповідного максиміну [7, с. 86]:

$$\mathbf{X}_{\text{opt}} \in \arg\max_{\mathbf{X}\in F}\min_{\mathbf{Y}\in S} P(\mathbf{X}, \mathbf{Y}) =$$

$$= \arg\max_{\mathbf{X}\in F}\min_{\mathbf{Y}\in S}\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2]. \qquad (20)$$

Займемося спочатку внутрішнім екстремумом у співвідношенні (20) – мінімумом. Очевидно, що мінімум по кожній координаті y_j залежить від того, в який із двох сегментів $\left[0; \frac{1}{2}\right]$ і $\left[\frac{1}{2}; 1\right]$ потрапляє координата x_j, $j = \overline{1, N}$. При $x_j \in \left[0; \frac{1}{2}\right]$ мінімум множника $\exp[-\lambda(x_j - y_j)^2]$ по змінній y_j досягається в точці $y_j = 1$, а при $x_j \in \left[\frac{1}{2}; 1\right]$ цей мінімум досягається в точці $y_j = 0$. Позначимо $l_j \in \left\{0, \frac{1}{2}\right\}$ та отримаємо умову $x_j \in \left[l_j; l_j + \frac{1}{2}\right]$ для N мінімумів у співвідношенні (20). Тоді при $x_j \in \left[l_j; l_j + \frac{1}{2}\right]$ $\forall\, j = \overline{1, N}$ отримуємо мінімум

$$\min_{\mathbf{Y}\in S} P(\mathbf{X}, \mathbf{Y}) = \min_{\mathbf{Y}\in S}\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k - y_k)^2] =$$

$$= \prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k + 2l_k - 1)^2] =$$

$$= \exp\left(\sum_{k=1}^{N}[-\lambda(x_k + 2l_k - 1)^2]\right) \qquad (21)$$

на гіперкубі (1). Максимум функції (21) на гіперкубі (2) дорівнює оптимальному значенню гри:

$$v_{\text{opt}} = \max_{\mathbf{X}\in F} \min_{\mathbf{Y}\in S} P(\mathbf{X},\mathbf{Y}) =$$

$$= \max_{\mathbf{X}\in F} \exp\left(\sum_{k=1}^{N} [-\lambda(x_k + 2l_k - 1)^2]\right) =$$

$$= \exp\left(\sum_{k=1}^{N}\left[-\lambda\left(\frac{1}{2} + 2l_k - 1\right)^2\right]\right) =$$

$$= \exp\left(\sum_{k=1}^{N}\left[-\lambda\left(2l_k - \frac{1}{2}\right)^2\right]\right) =$$

$$= \exp\left(\sum_{k=1}^{N}\left(-\frac{\lambda}{4}\right)\right) = \exp\left(-\frac{N}{4}\lambda\right). \qquad (22)$$

Максимум (22) саме й досягається в точці (18). Теорему доведено.

Оптимальна змішана стратегія другого гравця

Тепер, знайшовши оптимальну стратегію першого гравця та значення гри, можна визначати оптимальну стратегію другого гравця, спектр якої складатиметься з кінцевої кількості активних чистих стратегій [7].

Теорема 4. У вгнутій антагоністичній грі з ядром (3), яке задається на одиничному гіперкубі (6), другий гравець має оптимальну стратегію

$$\mathbf{Q}_{\text{opt}} = [q_1^{(\text{opt})} \quad q_2^{(\text{opt})} \quad \dots \quad q_{2^N}^{(\text{opt})}] =$$

$$= \left[\frac{1}{2^N} \quad \frac{1}{2^N} \quad \dots \quad \frac{1}{2^N}\right] \in \mathrm{R}^{2^N}, \qquad (23)$$

де кожне $q_u^{(\text{opt})}$ є ймовірністю обирання чистої стратегії другого гравця, яка є u-ою вершиною гіперкуба (1), $u = \overline{1, 2^N}$.

Доведення. Множину всіх активних стратегій другого гравця визначаємо із стандартного рівняння [7]:

$$v_{\text{opt}} = \exp\left(-\frac{N}{4}\lambda\right) = P(\mathbf{X}_{\text{opt}}, \mathbf{Y}) =$$

$$= \prod_{k=1}^{N} \exp\left[-\lambda\left(\frac{1}{2} - y_k\right)^2\right] = \exp\left[-\lambda\sum_{k=1}^{N}\left(\frac{1}{2} - y_k\right)^2\right]. \qquad (24)$$

Оскільки степеневі показники у (24) є тотожними, то

$$\frac{N}{4} = \sum_{k=1}^{N}\left(\frac{1}{2} - y_k\right)^2 = \sum_{k=1}^{N}\left(\frac{1}{4} - y_k + (y_k)^2\right) =$$

$$= \frac{N}{4} + \sum_{k=1}^{N} y_k(y_k - 1), \qquad (25)$$

звідки

$$\sum_{k=1}^{N} y_k(y_k - 1) = 0. \qquad (26)$$

Коренями рівняння (26) є $y_j = 0$ або $y_j = 1 \ \forall j = \overline{1, N}$, тобто коренями рівняння (26) є 2^N точок

$$\begin{aligned} \mathbf{Y}_1 &= [0 \quad 0 \quad \dots \quad 0 \quad 0] \in S \subset \mathrm{R}^N, \\ \mathbf{Y}_2 &= [0 \quad 0 \quad \dots \quad 0 \quad 1] \in S \subset \mathrm{R}^N, \\ &\dots \\ \mathbf{Y}_{2^N-1} &= [1 \quad \dots \quad 1 \quad 1 \quad 0] \in S \subset \mathrm{R}^N, \\ \mathbf{Y}_{2^N} &= [1 \quad \dots \quad 1 \quad 1 \quad 1] \in S \subset \mathrm{R}^N, \end{aligned} \qquad (27)$$

які є вершинами гіперкуба (1). Покажемо, що обираючи кожну з 2^N точок (27) з однаковою ймовірністю $\frac{1}{2^N}$, другий гравець буде реалізовувати свою оптимальну змішану стратегію (23).

Якщо (23) є оптимальною змішаною стратегією, то $\forall\ \mathbf{X} \in F$ має виконуватись нерівність

$$\frac{1}{2^N}\sum_{u=1}^{2^N} P(\mathbf{X}, \mathbf{Y}_u) = \frac{1}{2^N}\sum_{u=1}^{2^N}\prod_{k=1}^{N} \exp[-\lambda(x_k - y_k^{\langle u\rangle})^2] \le$$

$$\le v_{\text{opt}} = \exp\left(-\frac{N}{4}\lambda\right), \qquad (28)$$

де $y_j^{\langle u\rangle} \in \{0,1\}$, $j = \overline{1, N}$, $u = u = \overline{1, 2^N}$. Тоді ні за яких умов другий гравець не програє першому більше за оптимальне значення гри (19). Для доведення нерівності (28) розглянемо випадок з $N = 3$. Тоді в лівій частині (28) матимемо

$$\frac{1}{8}\sum_{u=1}^{8} P(\mathbf{X}, \mathbf{Y}_u) = \frac{1}{8}\sum_{u=1}^{8}\prod_{k=1}^{3} \exp[-\lambda(x_k - y_k^{\langle u\rangle})^2] =$$

$$= \frac{1}{8}(\exp[-\lambda(x_1-0)^2-\lambda(x_2-0)^2-\lambda(x_3-0)^2]+$$
$$+\exp[-\lambda(x_1-0)^2-\lambda(x_2-0)^2-\lambda(x_3-1)^2]+$$
$$+\exp[-\lambda(x_1-0)^2-\lambda(x_2-1)^2-\lambda(x_3-0)^2]+$$
$$+\exp[-\lambda(x_1-0)^2-\lambda(x_2-1)^2-\lambda(x_3-1)^2]+$$
$$+\exp[-\lambda(x_1-1)^2-\lambda(x_2-0)^2-\lambda(x_3-0)^2]+$$
$$+\exp[-\lambda(x_1-1)^2-\lambda(x_2-0)^2-\lambda(x_3-1)^2]+$$
$$+\exp[-\lambda(x_1-1)^2-\lambda(x_2-1)^2-\lambda(x_3-0)^2]+$$
$$+\exp[-\lambda(x_1-1)^2-\lambda(x_2-1)^2-\lambda(x_3-1)^2])=$$
$$=\frac{1}{8}(\exp[-\lambda(x_2)^2-\lambda(x_3)^2]+\exp[-\lambda(x_2)^2-$$
$$-\lambda(x_3-1)^2]+\exp[-\lambda(x_2-1)^2-\lambda(x_3)^2]+$$
$$+\exp[-\lambda(x_2-1)^2-\lambda(x_3-1)^2])\exp[-\lambda(x_1)^2]+$$
$$+\frac{1}{8}(\exp[-\lambda(x_2)^2-\lambda(x_3)^2]+\exp[-\lambda(x_2)^2-$$
$$-\lambda(x_3-1)^2]+\exp[-\lambda(x_2-1)^2-\lambda(x_3)^2]+$$
$$+\exp[-\lambda(x_2-1)^2-\lambda(x_3-1)^2])\exp[-\lambda(x_1-1)^2]. \quad (29)$$

Ще раз використаємо операцію перегрупування в останньому виразі у (29) й отримаємо остаточно:

$$\frac{1}{8}\sum_{u=1}^{8}P(\mathbf{X},\mathbf{Y}_u)=\frac{1}{8}(\exp[-\lambda(x_2)^2-\lambda(x_3)^2]+$$
$$+\exp[-\lambda(x_2)^2-\lambda(x_3-1)^2]+$$
$$+\exp[-\lambda(x_2-1)^2-\lambda(x_3)^2]+$$
$$+\exp[-\lambda(x_2-1)^2-\lambda(x_3-1)^2])\times$$
$$\times(\exp[-\lambda(x_1)^2]+\exp[-\lambda(x_1-1)^2])=$$
$$=\frac{1}{8}(\exp[-\lambda(x_1)^2]+\exp[-\lambda(x_1-1)^2])\times$$
$$\times(\exp[-\lambda(x_2)^2]+\exp[-\lambda(x_2-1)^2])\times$$
$$\times(\exp[-\lambda(x_3)^2]+\exp[-\lambda(x_3-1)^2])=$$
$$=\frac{1}{8}\prod_{k=1}^{3}(\exp[-\lambda(x_k)^2]+\exp[-\lambda(x_k-1)^2]). \quad (30)$$

Застосовуючи до (30) принцип математичної індукції, ліву частину (28) можна записати як

$$\frac{1}{2^N}\sum_{u=1}^{2^N}P(\mathbf{X},\mathbf{Y}_u)=\frac{1}{2^N}\sum_{u=1}^{2^N}\prod_{k=1}^{N}\exp[-\lambda(x_k-y_k^{\langle u\rangle})^2]=$$
$$=\frac{1}{2^N}\prod_{k=1}^{N}(\exp[-\lambda(x_k)^2]+\exp[-\lambda(x_k-1)^2])=$$
$$=\frac{1}{2^N}\prod_{k=1}^{N}\varphi(x_k). \quad (31)$$

Тепер дослідимо кожну функцію

$$\varphi(x_j)=\exp[-\lambda(x_j)^2]+\exp[-\lambda(x_j-1)^2] \quad (32)$$

на екстремум для $x_j\in[0;1]$, $j=\overline{1,N}$. Перша похідна цієї функції

$$\frac{d}{dx_j}\varphi(x_j)=-2\lambda x_j\exp[-\lambda(x_j)^2]-$$
$$-2\lambda(x_j-1)\exp[-\lambda(x_j-1)^2] \quad (33)$$

перетворюється в нуль, очевидно, в точці $x_j=\frac{1}{2}$. Шукаємо другу похідну функції (32):

$$\frac{d^2}{dx_jdx_j}\varphi(x_j)=-2\lambda\exp[-\lambda(x_j)^2]+$$
$$+4\lambda^2(x_j)^2\exp[-\lambda(x_j)^2]-2\lambda\exp[-\lambda(x_j-1)^2]+$$
$$+4\lambda^2(x_j-1)^2\exp[-\lambda(x_j-1)^2]=$$
$$=(2\lambda(x_j)^2-1)2\lambda\exp[-\lambda(x_j)^2]+$$
$$+(2\lambda(x_j-1)^2-1)2\lambda\exp[-\lambda(x_j-1)^2]. \quad (34)$$

Отже, маємо

$$\left.\frac{d^2}{dx_jdx_j}\varphi(x_j)\right|_{x_j=\frac{1}{2}}=$$
$$=\left(\frac{\lambda}{2}-1\right)2\lambda\exp\left(-\frac{\lambda}{4}\right)+\left(\frac{\lambda}{2}-1\right)2\lambda\exp\left(-\frac{\lambda}{4}\right)=$$
$$=2\lambda(\lambda-2)\exp\left(-\frac{\lambda}{4}\right). \quad (35)$$

Але у нас $\lambda\in\left(0;\frac{1}{2}\right]$, тому отримаємо

$$\frac{d^2}{dx_j dx_j}\varphi(x_j)\Big|_{x_j=\frac{1}{2}} = 2\lambda(\lambda-2)\exp\left(-\frac{\lambda}{4}\right) < 0, \quad (36)$$

і, значить, нуль $x_j = \frac{1}{2}$ першої похідної (33) є точкою максимуму кожної функції (32) у добутку (31). У цій точці

$$\varphi\left(\frac{1}{2}\right) = \exp\left(-\frac{\lambda}{4}\right) + \exp\left(-\frac{\lambda}{4}\right) = 2\exp\left(-\frac{\lambda}{4}\right). \quad (37)$$

Тепер зауважимо, що функція (32) від x_j на сегменті $[0;1]$ є додатною для будь-якого фіксованого $\lambda \in \left(0;\frac{1}{2}\right]$. Звідси максимальним значенням лівої частини нерівності (28) є

$$\max_{\substack{x_j \in [0;1] \\ j=\overline{1,N}}} \frac{1}{2^N}\prod_{k=1}^{N}\varphi(x_k) = \frac{1}{2^N}\prod_{k=1}^{N}\varphi\left(\frac{1}{2}\right) =$$

$$= \frac{1}{2^N}\prod_{k=1}^{N} 2\exp\left(-\frac{\lambda}{4}\right) =$$

$$= \frac{1}{2^N}\left(\prod_{k=1}^{N} 2\right)\prod_{k=1}^{N}\exp\left(-\frac{\lambda}{4}\right) =$$

$$= \frac{1}{2^N}2^N\exp\left[\sum_{k=1}^{N}\left(-\frac{\lambda}{4}\right)\right] = \exp\left(-\frac{N}{4}\lambda\right) = v_{\text{opt}}, \quad (38)$$

а це і означає справедливість нерівності (28) $\forall\, \mathbf{X} \in F$. Значить, вектор (23) є оптимальною змішаною стратегією другого гравця. Теорему доведено.

Висновки

Дослідженням антагоністичної гри з ядром (3), яке задається на одиничному гіперкубі (6), доведено, що при $\lambda \in \left(0;\frac{1}{2}\right]$ ця гра є вгнутою $\forall\, N \in \mathrm{N}$, але вона не є випуклою ні за яких умов. А розв'язком вгнутої антагоністичної гри з ядром (3) на гіперкубі (6) є чиста оптимальна стратегія першого гравця (18) та змішана оптимальна стратегія другого гравця (23), на яких досягається оптимальне значення гри (19). При цьому оптимальність поведінки другого гравця полягає в рівноймовірному виборі кожної з вершин (27) гіперкуба (1), хоча практична реалізація такої поведінки ускладнюється із зростанням числа N координат руху гравців [8].

Скористатися результатами проведеного дослідження, зокрема, можуть обидві сторони у військовій протиповітряній обороні: наземні системи мають, згідно з (18), атакувати супротивника точно в середині його попередньої локалізації, яка при $N = 3$ являтиме собою одиничний куб у звичному нам просторі; повітряний об'єкт для уникнення уражень має, згідно з (23), маневрувати по вершинах куба локалізації, тобто максимально відхилятись від траєкторії свого польоту і постійно змінювати свою позицію. Для подальшого дослідження перспективною видається задача про переслідування, де ядро (3) буде змінюватись у часі завдяки насамперед мінливості параметра λ, причому межі його зміни вважатимуться розмитими. Це відповідатиме більш реальним конфліктно-керованим моделям процесів переслідування й ураження, коли ступінь досконалості системи прицілу першого гравця не є певним.

В.В. Романюк

РЕШЕНИЕ АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ ИГРЫ С ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫМ ЯДРОМ НА ЕДИНИЧНОМ ГИПЕРКУБЕ $2N$-МЕРНОГО ЕВКЛИДОВОГО ПРОСТРАНСТВА

Доказано, что антагонистическая игра, экспоненциальное ядро которой имеет положительный параметр и задается на единичном гиперкубе $2N$-мерного евклидового пространства, не является выпуклой. Найдено полуинтервал параметра ядра, при котором игра является вогнутой и имеет решение в форме чистой оптимальной стратегии первого игрока, которая является цент-

V.V. Romanyuk

ON SOLVING THE ANTAGONISTIC GAME WITH THE EXPONENTIAL KERNEL ON THE UNIT HYPERCUBE OF THE $2N$-DIMENSIONAL EUCLIDEAN SPACE

This study proves that the antagonistic game, whose exponential kernel has the positive parameter and is determined on the unit hypercube of $2N$-dimensional Euclidean space, is not convex. We discover the half-interval of the kernel parameter which is the center of the hypercube as a set of its pure strategies. It ensures that the game is concave and has the solution in the form of the pure

ром гиперкуба как множества его чистых стратегий, и смешанной оптимальной стратегии второго игрока, которая заключается в равновероятном выборе каждой из вершин гиперкуба, который является множеством чистых стратегий второго игрока.

optimal strategy of the first player and the mixed optimal strategy of the second player. The latter consists in equiprobable selection of every vertex of the hypercube which is a set of the pure strategies of the second player.

1. *Популярные* лекции по математике. Вып. 32 / Е.С. Вентцель. Элементы теории игр. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1961. – 68 с.
2. *Чикрий А.А.* Конфликтно-управляемые процессы. – К.: Наук. думка, 1992. – 384 с.
3. *Федорченко А.М.* Теоретична фізика. Класична механіка і електродинаміка. Т. 1. – К.: Вища шк., 1992. – 500 с.
4. *Романюк В.В.* Разрешение системы преследователь–добыча для экспоненциальной вероятности поражения добычи преследователем // Вест. НТУ "ХПИ": Тем. выпуск: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2009. – № 13. – С. 138–149.
5. *Матичин И.И.*, *Чикрий А.А.* К вопросу о маскировке движения в играх преследования // Доп. НАН України. – 2005. – № 12. – С. 78–82.
6. *Romanuke V.V.* Optimality control in the concave antagonistic game with annihilation probability payoff function as the kernel on the unit hypercube of the six-dimensional arithmetic space // Информац.-вычисл. технологии и их приложения: Сб. ст. X Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза: РИО ПГСХА, 2009. – С. 236–241.
7. *Теория* игр: Учеб. пособие для ун-тов / Л.А. Петросян, Н.А. Зенкевич, Е.А. Семина. – М.: Высш. шк., Книжный дом "Университет", 1998. – 304 с.
8. *Романюк В.В.* Метод реалізації принципу оптимальності в матричних іграх без сідлової точки // Вісн. НТУ "ХПІ". Тем. випуск: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ", 2008. – № 49. – С. 146–154.

Рекомендована Радою
факультету прикладної математики
НТУУ "КПІ"

Надійшла до редакції
23 вересня 2009 року

РЕФЕРАТИ

УДК 621.3.011.21; 612.66

Розпізнавання сигналів фонендоскопії в просторі лінійних спектральних параметрів найвищої регресії / Павлов О.І., Бондаренко А.С. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 5–10.

Досліджено два нових ефективних простори перетворень – простір лінійних спектральних проекцій найвищої регресії та простір лінійних спектральних частот найвищої регресії, а також класичні простори лінійних спектральних проекцій, лінійних спектральних частот, коефіцієнтів відбиття та коефіцієнтів лінійного прогнозування. Дано порівняння результатів побудови класифікаторів сигналів фонендоскопії при використанні відображення образів у простір рішень з мінімальною середньоквадратичною похибкою.

Іл. 1. Табл. 1. Бібліогр.: 14 назв.

УДК 532.546.6

Моделювання гідродинаміки плівки в структурі сітки / Кузьменко І.М. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 11–20.

Встановлено швидкість та товщину плівки як основні параметри, що визначають ефективність обмінних процесів. Для знаходження цих параметрів застосовано аналітичну модель обтікання нескінченного циліндра перпендикулярним потоком нев'язкої рідини. Модель доповнена залежностями для розрахунку локальних товщин плівки рідини. Встановлено, що на поверхні сітки з плівкою виникають хвилі, що спричиняє зростання швидкості потоку та зменшення товщини плівки.

Іл. 10. Табл. 1. Бібліогр.: 16 назв.

УДК 519.85

Оцінювання допустимих множин розв'язків комбінаторної транспортної задачі на перестановках, що розв'язується методом гілок і меж / Ємець О.О., Парфьонова Т.О. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 21–27.

Визначено оцінку для допустимої множини в методі гілок і меж при розв'язуванні транспортної задачі на перестановках. Доведено властивість цієї оцінки, яка дає можливість скоротити обсяг перебору в методі гілок і меж.

Іл. 1. Бібліогр.: 18 назв.

УДК 519.8

Оптимізація заповнення сховищ у задачах розрахунку потоків для розподільчих мереж / Кірік О.Є. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 28–35.

Побудовано математичну модель транспортування і розподілу певного продукту між споживачами із врахуванням можливості створення запасів у резервуарах тимчасового зберігання. Для цієї оптимізаційної задачі запропоновано алгоритми, які базуються на ефективних методах нелінійного програмування. Завдяки загальній постановці задачі запропоновані алгоритми можуть використовуватися для розрахунку різнотипних розподільчих мереж та продуктопроводів.

Бібліогр.: 7 назв.

УДК 519.1

Метод локалізації значення лінійної функції на перестановках з лінійними обмеженнями / Колєчкіна Л.М. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 36–41.

Розглянуто задачу на графах із врахуванням властивостей множини перестановки як області допустимих розв'язків задачі. Обґрунтовується і алгоритмізується підхід локалізації значення лінійної функції на комбінаторній множині перестановок. Розглянуто метод впорядкування значень цільової функції на множині перестановок, який дає можливість знайти розв'язки задачі лінійної функції на перестановках з лінійними обмеженнями.

Іл. 1. Бібліогр.: 15 назв.

УДК 62-50

Порівняльний аналіз характеристик моделей оцінювання ризиків кредитування / Кузнєцова Н.В., Бідюк П.І. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 42–53.

Проаналізовано існуючі методи оцінки кредитних ризиків (дерева рішень і логістичну регресію), а також запропоновано використання моделей на основі мереж Байєса. Для дерев рішень, логістичної регресії і мереж Байєса побудовано моделі, обчислено загальну точність кожної з них, помилки I і II роду, а також побудовано ROC-криві, індекс GINI, зроблено висновки щодо доцільності використання в подальшому мереж Байєса.

Іл. 6. Табл. 6. Бібліогр.: 10 назв.

УДК 004.75

Побудова метамоделі діяльності на основі загальнопсихологічної теорії діяльності О.М. Леонтьєва / Маслянко П.П., Вознюк С.С., Вознюк А.С. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 54–64.

Розроблено розширену метамодель діяльності людини та організаційних систем. За основу прийнято положення загальнопсихологічної теорії діяльності О.М. Леонтьєва. Метамодель відображає місце політики, стратегії і тактики в діяльності та спрощує розуміння аспектів, пов'язаних із роллю суб'єкта-людини в цьому процесі. Метамодель може бути використана для структурного та динамічного зображення діяльностей людини та організаційних систем. Застосовується для системного проектування інформаційно-комунікаційних систем.

Іл. 5. Табл. 1. Бібліогр.: 27 назв.

УДК 581.52

Модель процесу формування оцінок експертного прогнозу / Повещенко Г.П. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 65–74.

Розглядається можливість формалізації деяких елементів складного процесу прогнозування на основі концепції станів і раптової зміни поведінки, яка на сьогодні є основою моделювання динаміки складних систем.

Іл. 6. Бібліогр.: 6 назв.

УДК 519.832.4

Розв'язування антагоністичної гри з експоненціальним ядром на одиничному гіперкубі $2N$-вимірного евклідового простору / Романюк В.В. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 75–81.

Доведено, що антагоністична гра, експоненціальне ядро якої має додатний параметр і задається на одиничному гіперкубі $2N$-вимірного евклідового простору, не є випуклою. Знайдено напівінтервал параметра ядра, при якому гра є вгнутою і має розв'язок у формі чистої оптимальної стратегії першого гравця, що є центром гіперкуба як множини його чистих стратегій, та змішаної оптимальної стратегії другого гравця, яка полягає в рівноймовірному виборі кожної з вершин гіперкуба, який є множиною чистих стратегій другого гравця.

Бібліогр.: 8 назв.

УДК 004.896

Побудова дидактичної онтології на основі аналізу елементів понятійно-тезисної моделі / Титенко С.В. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1 – С. 82–87.

Розглянуто метод побудови дидактичної онтології (ДО) в навчальній системі на основі семантико-синтаксичного аналізу елементів понятійно-тезисної моделі із застосуванням нечіткої логіки. Описано базові правила для визначення відношення дидактичного слідування між поняттями і подано їх математичний опис. Запропоновано метод візуалізації ДО на основі дидактико-семантичних карт.

Іл. 1. Табл. 2. Бібліогр.: 16 назв.

УДК 532.137

Отримання спрощеної формули для опису ламінарної течії ньютонівської рідини в прямокутному каналі за допомогою "методу впливу" / Андреєв І.А. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 88–92.

Запропоновано формулу для опису ізотермічної ламінарної усталеної течії нестисливої ньютонівської рідини в прямокутних каналах, яка дає можливість значно спростити розрахунки різноманітних гідродинамічних процесів. Формула зручна для подальшої математичної обробки і не має обмежень у застосуванні на відміну від відомих аналітичних залежностей.

Іл. 7. Бібліогр.: 8 назв.

УДК 621.793.7

Адгезійні властивості і міцність зчеплення газотермічних покриттів / Копилов В.І., Смирнов І.В., Антоненко Д.О. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 93–103.

Запропоновано кілька підходів для оцінки енергії адгезії взаємодіючих поверхонь при газотермічному напиленні, насамперед термодинамічний і електронно-статистичний. Також проведено аналіз та розраховано основні фізичні параметри, які відповідають за підвищення числа атомних зв'язків, що беруть участь у процесі контактної взаємодії атомів основи і частинок, а також за підвищення адгезійної міцності з використанням теорії хімічної кінетики.

Іл. 6. Бібліогр.: 30 назв.

УДК 661.74:669.14.046.554

Особливості формування структури механічних властивостей сплаву АМг6л з підвищеним вмістом домішок кремнію після литва в кокіль та термічної обробки / Кулініч А.А. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 104–108.

Досліджено вплив домішок кремнію вмістом до 2 % на фазово-структурний склад сплаву АМг6л після литва в кокіль та термічної обробки. Встановлено, що для сплаву АМг6л, який використовується після литва в кокіль, можна підвищити вміст домішок кремнію з 0,2 до 0,5 % при збереженні високого рівня механічних властивостей, коли вміст магнію в сплаві знаходиться в межах 6–6,5 %. Для сплаву АМг6л, який використовується після термічної обробки, можна підвищити вміст домішок кремнію з 0,2 до 1 % при збереженні високого рівня механічних властивостей за умови вмісту магнію в сплаві в межах 6–6,5 %.

Іл. 3. Табл. 7. Бібліогр.: 5 назв.

УДК 534.1+539.3

Умови порушення "чистого" кочення циліндра вздовж брахістохрони / Легеза В.П., Легеза Д.В. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 109–114.

Визначено алгебричне рівняння напрямної лінії найшвидшого спуску циліндра в параметричному вигляді. З використанням рівнянь руху циліндра з реакцією в'язі знайдено умови реалізації його кочення без відривів та проковзування відносно брахістохрони. Отримано важливий теоретичний результат: центр мас циліндра при його русі вздовж брахістохрони описує циклоїду.

Іл. 1. Бібліогр.: 29 назв.

УДК 623.746: 629.7.083.003.13 (045)

Збільшення ресурсних показників сталевих деталей машин через застосування енергозберігаючих технологій поверхневого зміцнення / Ляшенко Б.А., Радько О.В., Скуратовський А.К. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 115–119.

Досліджено структурно-фазовий склад і довговічність деталей із сталі 38Х2МЮА, зміцнених з використанням технології газотермоциклічного іонного азотування. Показано, що завдяки впливу іонноазотуючої обробки на властивості зміцнених поверхневих шарів відбувається збільшення середнього технічного ресурсу оброблених деталей у 2,3 раза.

Іл. 3. Табл. 1. Бібліогр.: 7 назв.

УДК 539.4:620.17

Визначення напружено-деформованого стану поблизу вільного і підкріпленого отвору в анізотропній пластинці при імпульсному навантаженні / Малежик М.П., Зазимко Н.М. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1. – С. 120–124.

На фотопружних моделях з ортотропного матеріалу проведено моделювання динамічного напруженого стану поблизу вільних і підкріплених кругових отворів в анізотропній пластинці від вибухових навантажень. Досліджено дифракцію квазіпоздовжніх і квазіпоперечних хвиль напружень на отворах. Проведено аналіз динамічних напружень, отриманих під час експерименту.

Іл. 7. Бібліогр.: 12 назв.

АВТОРИ НОМЕРА

Андреєв Ігор Анатолійович,
кандидат технічних наук, доцент, доцент Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Антоненко Дмитро Олександрович,
магістр Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Афончина Наталія Борисівна,
аспірантка Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Бідюк Петро Іванович,
доктор технічних наук, професор Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Бондаренко Андрій Сергійович,
магістрант Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Бушинський Володимир Олегович,
кандидат технічних наук, завідувач відділом ООО "Тригла".

Вознюк Андрій Святославович,
магістрант Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Вознюк Сергій Святославович,
магістрант Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Воронов Сергій Олександрович,
доктор технічних наук, професор, заступник проректора з наукової роботи Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Гордієнко Валентин Іванович,
кандидат технічних наук, головний конструктор ЦКБ – заступник генерального директора НВК "Фотоприлад".

Гусинін Андрій В'ячеславович,
кандидат технічних наук, доцент Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Зазимко Наталія Михайлівна,
асистентка Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова.

Ємець Олег Олексійович,
доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри Полтавського університету економіки і торгівлі.

Іванченко Дмитро Вікторович,
асистент Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Кірік Олена Євстафіївна,
кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, вчений секретар Навчально-наукового комплексу "Інститут прикладного системного аналізу" Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Колєчкіна Людмила Миколаївна,
кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент Полтавського університету споживчої кооперації України, докторант Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України.

Колобродов Валентин Георгійович,
доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Копилов В'ячеслав Іванович,
доктор технічних наук, професор Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Кудь Петро Денисович,
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Кузнєцова Наталія Володимирівна,
аспірантка Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Кузьменко Ігор Миколайович,
кандидат технічних наук, доцент, доцент Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Кулініч Андрій Альбертович,
кандидат технічних наук, старший викладач Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Легеза Віктор Петрович,
доктор технічних наук, професор, професор Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Легеза Дмитро Вікторович,
студент IV курсу Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Ляшенко Борис Артемович,
доктор технічних наук, професор, завідувач лабораторії Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України.

Малежик Михайло Павлович,
кандидат фізико-математичних наук, доцент Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця.

Маслянко Павло Павлович,
кандидат технічних наук, доцент, заступник декана факультету прикладної математики з наукової роботи Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Мелащенко Олег Миколайович,
кандидат технічних наук, асистент кафедри Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Павлов Олег Ігоревич,
старший викладач Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Панкратов Володимир Йосипович,
старший науковий співробітник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Парфьонова Тетяна Олександрівна,
асистент Полтавського університету економіки і торгівлі.

Повещенко Геннадій Павлович,
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Радько Олег Віталійович,
кандидат технічних наук, старший викладач Національної академії оборони України.

Рижков Лев Михайлович,
доктор технічних наук, професор, професор Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Родіонов Володимир Миколайович,
кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Романюк Вадим Васильович,
кандидат технічних наук, доцент Хмельницького національного університету.

Скуратовський Анатолій Кирилович,
кандидат технічних наук, доцент, доцент Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Смирнов Ігор Володимирович,
кандидат технічних наук, доцент Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Титенко Сергій Володимирович,
аспірант Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Чернега Дмитро Федорович,
доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, завідувач кафедри Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Чиж Ігор Генріхович,
доктор технічних наук, доцент, професор Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Якименко Тетяна Миколаївна,
студентка VI курсу Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".