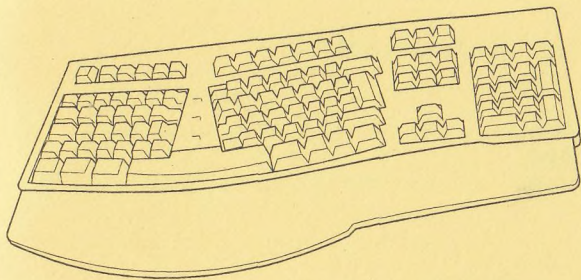


ІНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМНІ НАУКИ (ІСН-2014)

Матеріали
V Всеукраїнської
науково-практичної конференції
за міжнародною участю

(м. Полтава, 13–15 березня 2014 року)



*Присвячується 10-річчю
кафедри математичного
моделювання та соціальної
інформатики ПУЕТ*

ПОЛТАВА
2014

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

**ІНФОРМАТИКА ТА
СИСТЕМНІ НАУКИ
(ІСН-2014)**

**МАТЕРІАЛИ
V ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ ЗА МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**

(м. Полтава, 13–15 березня 2014 року)

За редакцією професора О. О. Ємця

*Присвячується 10-річчю кафедри
математичного моделювання та
соціальної інформатики ПУЕТ*

**Полтава
ПУЕТ
2014**

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Співголови:

І. В. Сергієнко, д. ф.-м. н., професор, академік НАН України, генеральний директор Кібернетичного центру НАН України, директор Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України;

О. О. Нестуля, д. і. н., професор, ректор ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі».

Члени програмного комітету:

В. К. Зайрака, д. ф.-м. н., професор, член-кореспондент НАН України, завідувач відділу оптимізації чисельних методів Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України;

Г. П. Донець, д. ф.-м. н., с. н. с., завідувач відділу економічної кібернетики Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України;

О. О. Ємець, д. ф.-м. н., професор, завідувач кафедри математичного моделювання та соціальної інформатики ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»;

В. А. Заславський, д. т. н., професор, професор кафедри математичної інформатики Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

О. С. Куценко, д. т. н., професор, завідувач кафедри системного аналізу і управління Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;

О. М. Литвин, д. ф.-м. н., професор, завідувач кафедри вищої та прикладної математики Української інженерно-педагогічної академії;

О. С. Мельниченко, к. ф.-м. н., професор, професор кафедри математичного аналізу та інформатики Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка;

А. Д. Тевяшев, д. т. н., професор, академік Української нафтогазової академії, завідувач кафедри прикладної математики Харківського національного університету радіоелектроніки;

Т. М. Барболіна, к. ф.-м. н., доцент, завідувач кафедри математичного аналізу та інформатики Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

I-74 Інформатика та системні науки (ICH-2014) : матеріали V Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Полтава, 13–15 березня 2014 року) / за ред. О. О. Ємця. – Полтава : ПУЕТ, 2014. – 335 с.

ISBN 978-966-184-152-8

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

Матеріали конференції розраховано на фахівців із кібернетики, інформатики, системних наук

УДК 004+519.7
ББК 32.973я431

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

© Вищий навчальний збірник Укоопспілки
«Полтавський університет економіки і
торгівлі», 2014

ISBN 978-966-184-152-8

Куценко А. С., Коваленко С. В., Горильчаник М. О. Некоторые аспекты количественной меры устойчивости динамических систем.....	170
Кучугура В. А. Алгоритмізація та програмна реалізація тренажера з теми «Метод Брауна-Робінсон» дистанційного навчального курсу «Методи оптимізації та дослідження операцій»	172
Лазаренко Г. В., Литвин О. М. Побудова сплайна 5-го степеня на нерівномірній сітці вузлів методом Литвина-Ткаченка.....	174
Левченко В. В. Огляд теорії і методів комбінаторної оптимізації	177
Леонова М. В., Ємець О. О. Переставні многогранники: центральна симетрія та комбінаторна еквівалентність.....	180
Литвин О. М., Литвин О. О., Лобода С. М. Математичне моделювання лісу томографічними методами і даними аерокосмічного зондування	186
Литвин О. М., Литвин О. О., Хурдей Є. Л., Дразун В. В. Використання операторів інтерполяції функції двох змінних з відомими проекціями в шахтній сейсморовідці.....	189
Литвин О. М., Лобанова Л. С., Залужна Г. В. Про оцінку похибки інтерлінаційного МСЕ для нестационарної задачі теплопровідності в прямокутнику	192
Луцкий Г. М., Мухин В. Е. Модифицированный алгоритм адаптивной маршрутизации данных на основе анализа доверия к узлам компьютерной системы.....	195
Любіньський Б. Б., Стрямець О. С., Чарковська Н. В. Програмні засоби візуалізації результатів просторової інвентаризації парникових газів.....	198
Мазуров А. А. Об алгоритмической сложности распознавания стационарности функций двухзначной и трехзначной логики	201

7. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації [Електронний ресурс] / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець – К. : Ін-т системн. досліджень освіти, 1993. – 188 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/487>. – Назва з екрана.

УДК 519.8

ПЕРЕСТАВНІ МНОГОГРАННИКИ: ЦЕНТРАЛЬНА СИМЕТРІЯ ТА КОМБІНАТОРНА ЕКВІВАЛЕНТНІСТЬ

М. В. Леонова, пошукач

Полтавський національний педагогічний університет ім. В. Г. Короленка

Marlay2604@rambler.ru

О. О. Ємець, д. ф.-м. н., професор

ВНЗ Укоопспільки «Полтавський університет економіки і торгівлі»
yemetsli@mail.ru

В наш час актуальною є проблема вивчення ефективності оптимізаційних моделей, в тому числі комбінаторних. При цьому доцільним вбачається дослідження структури та властивостей їх допустимих областей, зокрема загального переставного многогранника [1–5]. Оскільки структура переставних многогранників зв'язана з їх комбінаторним типом, то визначення комбінаторного типу є важливим у дослідженні комбінаторних многогранників.

Нехай задано мультимножину $G = \{g_1, g_2, \dots, g_k\}$ з основою $S(G) = (e_1, e_2, \dots, e_\nu)$ і кратностями елементів $k_G(e_i) = \eta_i$. Кортеж кратностей в порядку елементів основи називають первинною специфікацією мультимножини G і позначають $[G] = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_\nu)$. Нехай $J_k = \{1, 2, \dots, k\}$; $J_k^0 = J_k \cup \{0\}$; $J_0 = \emptyset$.

Як відомо [1], множина переставлень елементів мультимножини G збігається з множиною вершин переставного многогранника. Опукла оболонка загальної множини переставлень $E_{k\nu}(G)$ є переставним многогранником $\Pi_{k\nu}(G)$, система умов якого має [1, 3] вигляд:

$$\sum_{i \in \omega} x_i \geq \sum_{i=1}^{|\omega|} g_i \quad \forall \omega \subset J_k, |\omega| < k; \quad \sum_{i=1}^k x_i = \sum_{i=1}^k g_i, \quad (1)$$

за умови, що $g_i \leq g_{i+1} \forall i \in J_{k-1}$.

Як відомо [1, 2, 5], точки множини переставлень $E_k(J_k)$ лежать на $(k-1)$ -сфері з центром в точці,

$$\tau = 0,5(k+1), \quad (2)$$

і радіусом $r = \frac{1}{6}\sqrt{3k(k+1)(k-1)}$, а $E_{k\nu}(G)$ – на $(k-1)$ -сфер із

центром в точці $\tau = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k g_i$ та радіусом $r = \sqrt{\sum_{i=1}^k (g_i - \tau)^2}$.

В [2, 5] доведено теорему про те, що множина $E_k(J_k)$ центральносиметрична з центром симетрії в точці τ^* з координатами (2). Наслідком [5] є те, що $(k-1)$ -многогранник Π_k , який є опуклою оболонкою множини J_k , центральносиметричний з центром симетрії в точці τ^* .

За [3] дамо означення комплексу. Нехай M – k -многогранник і нехай ціле число d задовольняє умові $0 \leq d \leq k$. Множина всіх граней многогранника M вимірності, що не перевищує d , є комплексом. Останній називається d -скелетом многогранника M . $(k-1)$ -скелет многогранника M називається граничним комплексом многогранника і позначається $K_G(M)$.

Граничний комплекс многогранника $MK_G(M) = \Gamma_0 \cup \Gamma_1 \cup \dots \cup \Gamma_k$, де Γ_0 – множина вершин многогранника, Γ_1 – множина ребер, Γ_i – множина i -граней, Γ_{k-1} – множина $(k-1)$ -граней (гіперграней).

Два комплекси [3] K і K' називаються ізоморфними, якщо між ними існує взаємно однозначне відображення φ , що зберігає операцію включення: $\forall M_i, M_j \in K; \forall \varphi(M_i), \varphi(M_j) \in K'$,

$$M_i \subset M_j \Leftrightarrow \varphi(M_i) \subset \varphi(M_j).$$

Два многогранника [3] M і M' називаються комбінаторно еквівалентними (позначка $M \cong M'$), якщо ізоморфні їх граничні

комплекси $K_G(M)$ і $K_G(M')$. Іншими словами, многогранники M і M' комбінаторно еквівалентні, якщо між їх граничними комплексами існує взаємно однозначне відображення φ , що зберігає порядок включення. Про два комбінаторно еквівалентні многогранника кажуть, що вони є многогранниками одного типу.

Означення 1. Точка $x \in R^k$ називається центрально симетричною відносно деякої точки $\tau^* \in R^k$ для точки $y \in R^k$, якщо x, y, τ^* – лежать на одному відрізку з кінцями x, y , де τ^* – його середина.

Теорема 1. Якщо в мультимножині $G = \{g_1, g_2, \dots, g_k\}$ з основою $S(G) = (e_1, e_2, \dots, e_\nu)$, де $e_{i+1} = e_i + \Delta$ ($\forall i \in J_\nu$), $\Delta > 0$; з первинною специфікацією $[G] = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_\nu)$ є така симетрія первинної специфікації: $\eta_i = \eta_{\nu-i+1}$ ($\forall i \in J_\nu$), то дві вершини $x^1 = (x_1^1, \dots, x_k^1) \in E_{k\nu}(G)$ та $x^2 = (x_1^2, \dots, x_k^2) \in E_{k\nu}(G)$ многогранника $\Pi_{k\nu}(G) = \text{conv} E_{k\nu}(G)$ є центрально симетричними відносно $\tau^* = (\tau, \tau, \dots, \tau)$, де $\tau = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k g_i$, тоді і тільки тоді, коли $x_i^1 = e_{p_i}$, $x_i^2 = e_{q_i}$, а $p_i + q_i = \nu + 1 \quad \forall i \in J_k$; $p_i, q_i \in J_\nu$.

Зауваження. Отже, кожна вершина переставного многогранника $\Pi_{k\nu}(G)$ з G , що задовольняє теоремі 1, має центрально симетричну вершину в $\Pi_{k\nu}(G)$.

Зауваження. Якщо у M існує центр симетрії вершин, то многогранник завжди можна перенести паралельним перенесенням так, що центр симетрії переміститься в точку $\tau^* = (\tau, \tau, \dots, \tau)$, тобто ця умова не є суттєвою.

Означення 2. i -грань Γ_i^1 многогранника $M_1 \subset R^k$ називається центрально симетричною грані Γ_i^2 многогранника $M_2 \subset R^k$ відносно точки $\tau^* = (\tau, \tau, \dots, \tau)$, якщо для $\forall z \in \Gamma_i^1 \exists w \in \Gamma_i^2$ такі, що z та w – центрально симетричні точки.

Означення 3. Множина $M_1 \subset R^k$ називається центрально симетричною відносно точки $\tau^* = (\tau, \dots, \tau) \in R^k$ до множини $M_2 \subset R^k$, якщо для всякої точки $x \in M_1$ існує центрально симетрична відносно τ^* точка $y \in M_2$ і навпаки: $\forall y \in M_2 \exists x \in M_1$ така, що x та y – центрально симетричні точки відносно точки τ^* . Такі множини називаються центрально симетричними відносно точки τ^* .

Позначимо $vert M$ – множину вершин многогранника M .

Теорема 2. Якщо для кожної вершини $x^i, i \in J_r$, многогранника $M_1 \subset R^k$ $x^i \in vert M_1$ існує вершина $y^i \in vert M_2$ многогранника $M_2 \subset R^k$ центрально симетрична відносно точки $\tau^* = (\tau, \tau, \dots, \tau)$, то для будь-якої точки $x \in M_1$ існує $y \in M_2$, яка є центрально симетричною відносно τ^* .

Теорема 3. Якщо для кожної вершини $x^i \in vert M_1 = \{x^1, \dots, x^r\}$ многогранника $M_1 \subset R^k$ існує вершина $y^i \in vert M_2$ многогранника $M_2 \subset R^k$ центрально симетрична відносно точки $\tau^* = (\tau, \tau, \dots, \tau)$, то будь-яка i -грань Γ_i^1 многогранника M_1 має центрально симетричну відносно τ^* i -грань Γ_i^2 в M_2 , $i \in J_{k-1}$, де $k = dim M_j, j = 1, 2$, причому якщо $x \in \Gamma_i^1$ $x = \sum_{i=1}^r \lambda_i x^i$, то $y \in \Gamma_i^2$ та $y = \sum_{i=1}^r \lambda_i y^i$, де x^i, y^i – центрально симетричні відносно τ^* вершини.

Наслідок. Теорема 2, 3 справедливі при $M_1 = M_2 = M$.

Лема 4. Точка $x = (e_1, \dots, e_1, e_1 + \Delta, \dots, e_1 + \Delta, \dots, e_1 + (t-1)\Delta, \dots, e_1 + (t-1)\Delta, \dots, e_1 + (v-1)\Delta, \dots, e_1 + (v-1)\Delta) \in R^k$, у якій координата e_1 повторюється η_1 раз, ..., координата $e_1 + (t-1)\Delta$ повторюється η_t раз, ..., координата $e_1 + (v-1)\Delta$ повторюється η_v раз, та точка $y = (e_1 + (v-1)\Delta, e_1 + (v-1)\Delta, \dots, e_1 + (v-t)\Delta, \dots,$

$e_1 + (\nu - t)\Delta, \dots, e_1 + \Delta, \dots, e_1 + \Delta, e_1, \dots, e_1$), у якій координата $e_1 + (\nu - 1)\Delta$ повторюється η_1 раз, $\dots, e_1 + (t - 1)\Delta$ η_t раз, $\dots, e_1 + \Delta$ повторюється $\eta_{\nu-1}$ раз, координата e_1 повторюється η_ν раз, $t \in J_\nu$, $\eta_1 + \dots + \eta_t + \dots + \eta_\nu = k$, є центрально симетричними відносно точки $\tau^* = (\tau, \dots, \tau) \in R^k$, де $\tau = e_1 + 0,5(\nu - 1)\Delta$.

Лема 5. Якщо точки $x' = (x_{i_1}, \dots, x_{i_k})$, $y' = (y_{i_1}, \dots, y_{i_k})$, утворені як перестановки координат відповідно точок x та y з леми 4, то такі точки x' та y' являються центрально симетричними відносно точки $\tau^* = (\tau, \dots, \tau)$, де $\tau = e_1 + 0,5(\nu - 1)\Delta$.

Теорема 6. Множини перестановок $E_{k\nu}(G_1)$ та $E_{k\nu}(G_2)$, що утворені з мультимножин $G_1 = \{g_1, \dots, g_k\}$, $G_2 = \{g'_1, \dots, g'_k\}$ відповідно зі спільною основою $S(G_1) = S(G_2) = (e_1, \dots, e_\nu)$, де $e_{i+1} = e_i + \Delta$, $\Delta > 0$, $i \in J_{\nu-1}$; та первинними специфікаціями $[G_1] = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_\nu)$, $[G_2] = (\eta_\nu, \eta_{\nu-1}, \dots, \eta_1)$, є центрально симетричними відносно точки $\tau^* = (\tau, \dots, \tau)$, де $\tau = e_1 + 0,5(\nu - 1)\Delta$.

Наслідок (теорема 4.3 з [5]). При $\Delta = 1$; $\nu = k$ маємо $E_k(J_k)$ – центрально симетрична множина відносно точки τ^* сама до себе.

Теорема 7. Два переставні многогранники $\Pi_{k\nu}(G_1)$, $\Pi_{k\nu}(G_2)$, що визначаються мультимножинами $G_1 = \{g_1, g_2, \dots, g_k\}$ і $G_2 = \{g'_1, g'_2, \dots, g'_k\}$ відповідно, зі спільною основою $S = (e_1, e_2, \dots, e_\nu)$, $e_{i+1} = e_i + \Delta$, де $\Delta > 0$, $i = 1, 2, \dots, \nu - 1$ та первинними специфікаціями $[G_1] = (\eta_1^1, \dots, \eta_\nu^1) = (\eta_1, \dots, \eta_\nu)$, $[G_2] = (\eta_\nu^2, \dots, \eta_1^2) = (\eta_\nu, \dots, \eta_1)$, $(\eta_i^1 = \eta_{\nu-i+1}^2) \forall i \in J_\nu$ є центрально симетричними відносно $\tau^* = (\tau, \dots, \tau)$, де $\tau = e_1 + 0,5(\nu - 1)\Delta$.

Теорема 8. Якщо $M_1 \subset R^k$ та $M_2 \subset R^k$ – множини центрально симетричні відносно точки $\tau_k^* = (\tau_1, \dots, \tau_k) \in R^k$, $\tau_i = \tau = const, \forall i \in J_k$, то проєкції $\Pi(M_1)_j \subset R^{k-1}$ та $\Pi(M_2)_j \subset R^{k-1}$ множин M_1 та

M_2 відповідно на площини $x_j = c_1 = const$ та $x_j = c_2 = const$ є центральносиметричними відносно точки $\tau_{k-1}^* = (\tau, \dots, \tau) \in R^{k-1}$.

Наслідок з теореми 8. Якщо $M_1 \subset R^k$, $M_2 \subset R^k$ – множини центрально симетричні відносно точки $\tau_k^* = (\tau, \dots, \tau) \in R^k$, то проєкції $\Pi(M_1)_{(i_1, \dots, i_l)} \subset R^{k-l}$ та $\Pi(M_2)_{(i_1, \dots, i_l)} \subset R^{k-l}$ множин M_1 , M_2 відповідно на підпростори $x_{i_1} = c_1^1, \dots, x_{i_l} = c_l^1$ та $x_{i_1} = c_1^2, \dots, x_{i_l} = c_l^2$ є центральносиметричними множинами відносно точки $\tau_{k-l}^* = (\tau, \dots, \tau) \in R^{k-l}$.

Теорема 9. Якщо $\nu = k$, то $\Pi_{k\nu}(G_1) = \Pi_{k\nu}(G_2)$; і цей многогранник є центральносиметричним сам до себе відносно τ^* .

Наслідок [5]. За умов теореми 8 та при $\Delta = 1$ переставний многогранник $\Pi_k(J_k)$ – центральносиметричний відносно τ^* .

Твердження 10. У переставному многограннику $\Pi_{k\nu}(G)$ у випадку центральної симетрії його вершин кожна i -грань має центральносиметричну i -грань, що належить $\Pi_{k\nu}(G)$.

Теорема 11. Якщо многогранник $M_1 \subset R^k$, $M_2 \subset R^k$ – центральносиметричні, $K_G(M_1)$, $K_G(M_2)$ – граничні комплекси многогранників M_1 та M_2 відповідно, то ці граничні комплекси многогранників ізоморфні.

Теорема 12. Якщо мультимножини G_1 та G_2 мають спільну основу $S = (e_1, \dots, e_\nu)$ з властивістю: $e_{i+1} = e_i + \Delta$, $\Delta > 0$, $\forall i \in J_{\nu-1}$, та первинні специфікації $[G_1] = (\eta_1, \dots, \eta_\nu)$, $[G_2] = (\eta_\nu, \dots, \eta_1)$, то переставні многогранники $\Pi_{k\nu}(G_1)$ та $\Pi_{k\nu}(G_2)$ мають один і той же комбінаторний тип.

В роботі розглянуто питання центральної симетрії многогранників та зокрема переставних многогранників, що дозволяє використовувати ці результати в типізації останніх. Сформульовано та доведено ряд тверджень, що встановлюють залежність між структурою переставних многогранників та їх симетрією.

Інформаційні джерела

1. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації [Електронний ресурс] / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець. – К. : Ін-т системн. досліджень освіти, 1993. – 188 с. – Режим доступу <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/487>. – Назва зє крана.
2. Стоян Ю. Г. Некоторые свойства специальных комбинаторных множеств / Ю. Г. Стоян. – Харьков : Академия наук УССР, 1980. – 22 с. – (Препринт АН УССР/ Ин-тпроблеммашиностр.; 85).
3. Емеличев В. А. Многогранники, графы, оптимизация (комбинаторная теория многогранников) / В. А. Емеличев, М. М. Ковалев, М. К. Кравцов. – М. : Наука. Глав. ред. физ-матем. лит., 1981. – 344 с.
4. Gaiha P. Adjacent vertices on a permutohedron / P. Gaiha, S. K. Gupta // SIAM J. Appl. Math., 1977. – V. 32, № 2. – P. 323–327.
5. Стоян Ю. Г. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / Ю. Г. Стоян, С. В. Яковлев. – К. : Наук. думка, 1986 – 268 с.

УДК 519.6

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЛІСУ ТОМОГРАФІЧНИМИ МЕТОДАМИ І ДАНИМИ АЕРОКОСМІЧНОГО ЗОНДУВАННЯ

О. М. Литвин, д. ф.-м. н., професор;

О. О. Литвин, к. ф.-м. н., доцент;

С. М. Лобода, аспірант

*Українська інженерно-педагогічна академія
milzver06@rambler.ru*

Задача відновлення поверхні та деяких скритих включень у приповерхневому шарі Землі є однією з найбільш важливих задач при неруйнівному контролі. Тому актуальною є побудова математичної моделі поверхні планети за допомогою томографічних методів та даних її аерокосмічного зондування.

В працях [1, 2] досліджувалась задача відновлення висот колон у припущенні, що товщини колон однакові на основі відомих сумарних освітленостей системи колон під різними ракурсами.