

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ, НАУКИ,  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**



**Національний авіаційний університет  
Інститут економіки та менеджменту  
Кафедра економічної кібернетики**

**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ  
III Міжнародної науково-практичної конференції  
"ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І  
МОДЕЛЮВАННЯ  
СОЦІОЕКОЛОГОЕКОНОМІЧНИХ  
СИСТЕМ"**



**ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ**  
Інституту економіки та менеджменту

*Київ*  
**19-21 жовтня 2011 р.**

Інформаційні технології, системний аналіз і моделювання соціоекологоекономічних систем», м.Київ, 19-21 жовтня 2011 р.: тези доповідей / Кафедра економічної кібернетики ФЕП ІЕМ НАУ – Київ: Допомога, 2011. – 215 с.

### **Наукова проблематика конференції**

1. Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці.
2. Інформаційно-телекомунікаційно-моніторингові технології в задачах підвищення ефективності соціоекологоекономічних систем.
3. Інформаційні технології та системний аналіз в задачах управління соціально-економічними системами.

## Зміст

Стор.

<b>Секція 1. Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці.</b>	<b>7</b>
Олешко Т.І. Сучасні методи інтелектуального аналізу даних	7
Матвеев В.В., Скуз Г.О. Інноваційний розвиток як важлива складова в реструктуризації виробництва	9
Ємець О.О., Ємець Є.М., Олексійчук Ю.Ф. Оцінка складності задачі знаходження максимального потоку з додатковими комбінаторними обмеженнями	10
Шумейко А.А., Нагурко В.А. Использование графов для построения рекомендуемых Интернет-систем	15
Горбачова О.М., Левченко В.В., Лециньський О.Л. Аналіз прогнозів цін на нафту і основних методичних підходів до їх отримання	18
Устенко С.В., Іванченко Н.О. Представлення знань в системах управління економічною безпекою підприємств	19
M.Grebnyuk, T.Oleshko Bijection of projective normals for $g$ -Parametric manifold in non-euclidean space	21
Іванченко Г.Ф. Генетичні методи для вирішення оптимізаційних задач	23
Паламарчук Ю.А. Здійснення діагностики пасажирського терміналу аеропорту через моделювання його діяльності	26
Щетинин А.М. Модель управління технологічними процесами обслуговування рейсов на авіапредприємстві	28
Січко А.В. Інноваційні моделі управління діяльністю аграрних підприємств південного регіону на основі моделей мережного планування	30
Блінов І.В., Парус Є.В., Самков О.В. Аспекти врахування технологічних обмежень учасників біржі електроенергії	34
Чумаченко С.М. Науково-методичні підходи до оцінки воєнно-економічних загроз	40
Радзівілл В.Ю. Кількісна оцінка ризиків діяльності підприємств в нестабільних умовах функціонування	44
Ольховський Д.М. Розв'язування лінійних умовних оптимізаційних задач: метод аналізу графа переставного многогранника	47
Нікітін В.А. Аналіз математичних моделей опису станів взаємодіючих об'єктів	53

націленість НТП на потреби масового виробництва. Третя вимога полягає в прискоренні розвитку науково-технічного потенціалу підприємства, що виробляє достатньо технічно складні споживчі товари довгострокового використання.

Таким чином, для ефективного впровадження НТП у виробництво необхідно створити нову систему організації, планування і фінансування НТП, що буде орієнтована на економічні методи управління.

### Перелік використаної літератури:

1. Мочерний С.В. Економічна теорія. – Київ: ВЦ “Академія”, 1999. – 656 с.
2. Бендерский Е.Б. Реструктуризация производства на промышленном предприятии. – Запорожье: РА “ТАНДЕМ - У”, 2000 – 68 с.

### ОЦІНКА СКЛАДНОСТІ ЗАДАЧІ ЗНАХОДЖЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКУ З ДОДАТКОВИМИ КОМБІНАТОРНИМИ ОБМЕЖЕННЯМИ

Ємець О.О., д. ф.-м. н., професор  
yemetsli@mail.ru

Ємець Є.М., к. ф.-м. н., доцент,  
yemetsli@mail.ru  
Олексійчук Ю.Ф.,

Полтавський університет економіки і торгівлі  
olexijchuk@gmail.com

Нехай  $J_n$  — множина  $n$  перших натуральних чисел, тобто  $J_n = \{1, 2, \dots, n\}$ . Під мультимножиною  $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$  будемо розуміти сукупність елементів, серед яких можуть бути й однакові (нерозрізніми). [1]

Будь-яку мультимножину  $G$  можна представити її основою  $S(G)$ , тобто множиною всіх її різних елементів, та первинною специфікацією  $[G]$  — списком кратностей елементів основи мультимножини.

Розглянемо  $k$ -вибірку з мультимножини  $G$  такого вигляду:

$$g = (g_{i_1}, g_{i_2}, \dots, g_{i_k}), \quad (1)$$

де  $g_{i_t} \in G$ ,  $i_j \neq i_t$ ,  $\forall i_j, i_t \in J_\eta$ ,  $\forall j, t \in J_k$ .

Множину  $A_{\eta\eta}^k(G)$ , елементами якої є різні упорядковані  $k$ -вибірки вигляду (1) з мультимножини  $G$  називають [1, 2] евклідовою комбінаторною множиною розміщень.

Відображення  $\varphi: A_{\eta\eta}^k \rightarrow E_\varphi \subset R^k$  називають зануренням  $A_{\eta\eta}^k$  в арифметичний евклідовий простір, якщо між  $A_{\eta\eta}^k$  та  $E_\varphi$  існує взаємно однозначна відповідність, встановлена правилом: для  $g = (g_{i_1}, g_{i_2}, \dots, g_{i_k}) \in A_{\eta\eta}^k$ ,  $x = \varphi(g)$ ,  $x = (x_1, x_2, \dots, x_k) \in E_\varphi$  маємо  $x_j = g_j$ ,  $\forall j \in J_k$ .

Позначимо занурену евклідову комбінаторну множину на полірозміщеннях  $E_{\eta\eta}^k(G)$  або просто  $E_{\eta\eta}^k$ .

Розглянемо задачу знаходження максимального потоку [3]. Нехай дано граф  $\Gamma = (V, U)$ , де  $V$  — множина вершин,  $U$  — множина ребер. Ребро, що сполучає вершини  $V_i$  та  $V_j$  позначимо  $u_{ij}$ . Граф може мати кратні ребра. В такому випадку позначатимемо ребра  $u_{ij(1)}$ ,  $u_{ij(2)}$ , ...,  $u_{ij(p)}$ , де  $p$  — кількість ребер, що сполучають вершини  $V_i$  та  $V_j$ .

Означення 1. Транспортною мережею називається орієнтований граф  $\Gamma = (V, U)$ , в якому кожній з дуг  $u_{ij}$  присвоєне деяке невід'ємне число  $b_{ij} \geq 0$ , яке називають пропускною спроможністю дуги. Принаймні одна із вершин має лише дуги, що виходять. Така вершина називається джерелом і позначається  $V_s$ . Вершина, яка має лише дуги, що входять, називається стоком і позначається  $V_t$ .

Означення 2. Потокотом називають функцію  $w: V \times V \rightarrow R$  з такими властивостями для будь-яких двох вершин  $V_i$  та  $V_j$ :

1. Потік не може перевищити пропускну спроможність дуги, тобто  $w(u_{ij}) \leq b_{ij}$ .

2. Збереження потоку у всіх вершинах, крім стоку і джерела, тобто  $\sum_i w(u_{iz}) = \sum_j w(u_{zj}) \quad \forall z, z \neq s, z \neq t$ .

3. Антисиметричність потоку, тобто  $w(u_{ij}) = -w(u_{ji})$ .

Означення 3. Великою потоку  $|w|$  будемо вважати суму потоків, що виходять із джерела:  $\sum_i w(u_{si}) = |w|$ .

Сформулюємо задачу знаходження максимального потоку: знайти потік  $w$ , для якого величина потоку  $|w|$  є максимальною.

Накладемо додаткові обмеження. Припустимо, що потік по деяких ребрах  $u_{ij}$  може пересилатися у кількості, що не перевищують деяке число  $x_{ij} = g_l \in G$ , тобто  $w(u_{ij}) \leq x_{ij}$ , де  $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ , причому вектор з  $x_{ij}$  є розміщенням елементів з  $G$ , тобто  $x = (x_{i_1 j_1}, x_{i_2 j_2}, \dots, x_{i_k j_k}) \in E_{\eta n}^k(G)$ . [4]

Позначимо потік, що проходить через ребро  $u_{ij}$  через  $y_{ij}$ , тобто  $y_{ij} = w(u_{ij})$ .

Математична модель задачі є задачею евклідової комбінаторної оптимізації на розміщеннях: знайти значення  $x_{ij}$ ,  $y_{ij}$ , для яких

$$f(y) = \sum_j y_{jt} \rightarrow \max \quad (2)$$

$$\sum_i y_{iz} = \sum_j y_{zj}, \quad z \neq t, \quad z \neq s \quad \forall i \forall j \quad (3)$$

$$0 \leq y_{ij} \leq b_{ij} \quad \forall i \forall j \quad (4)$$

$$y_{ij} \leq x_{ij} \quad \forall i \forall j \quad (5)$$

$$x = (x_{i_1 j_1}, x_{i_2 j_2}, \dots, x_{i_k j_k}) \in E_{\eta n}^k(G) \quad (6)$$

Сформулюємо відповідну їй задачу розпізнавання властивостей [5] — задачу знаходження потоку заданої величини з

додатковими комбінаторними обмеженнями: знайти потік величина якого не менша  $U$  за умов (5)-(6).

Теорема 1. Задача знаходження потоку заданої величини з додатковими комбінаторними обмеженнями є NP-повною.

Доведення. Скористаємось схемою доведення з [5].

1. Задача належить класу NP, оскільки для будь-яких значень  $x_{ij}$ ,  $y_{ij}$  за поліноміальний час можна перевірити, чи перевищує потік  $U$ .

2. Візьмемо відому NP-повну задачу «Розбиття» [5]: задана скінчена множина  $A$  і «ваги»  $s(a) \in \mathbb{Z}^+$  для кожного  $a \in A$ . Чи існує підмножина  $A' \subseteq A$  така, що  $\sum_{a \in A'} s(a) = \sum_{a \in A \setminus A'} s(a)$ ?

3. Покажемо, що задача «Розбиття» зводиться до задачі знаходження потоку заданої величини з додатковими комбінаторними обмеженнями. Нехай  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ . Побудуємо мультимножину  $G = \{0^{n-2}, s(a_1), s(a_2), \dots, s(a_n)\}$ . Побудуємо транспортну мережу наступної структури (Рис. 1): граф складається з трьох вершин  $V_s, V_t, V_1$ , вершини  $V_s$  та  $V_1, V_1$  та  $V_t$  сполучені ребрами кратності  $n-2$ , пропускна здатність  $b_{ij(p)} \geq \max_k s(a_k)$ . Нехай потрібно знайти потік,

що не менший за  $U = \frac{\sum_{i=1}^n s(a_i)}{2}$  при комбінаторних обмеженнях  $x \in G(E_{2n-2})$ .

Маючи розв'язок цієї задачі, можна отримати розв'язок задачі «Розбиття», а саме: підмножина  $A' = \{a_i\}$ , де  $s(a_i) = x_{s1(i)} \quad \forall i$ ,  $x_{s1} \neq 0$ .

4. Розв'язок задачі розбиття отримується із розв'язку задачі знаходження потоку заданої величини з додатковими комбінаторними обмеженнями за поліноміальний час. Теорема доведена.

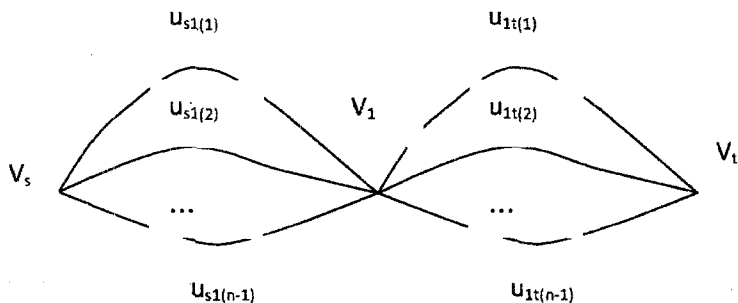


Рис 1. Транспортна мережа

Наслідок: Задача знаходження максимального потоку з додатковими комбінаторними обмеженнями є NP-важкою.

Отже, задача знаходження максимального потоку з додатковими комбінаторними обмеженнями потребує розробки спеціальних методів розв'язування.

#### Перелік використаної літератури:

1. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець – К.: ІСДО, 1993. –188 с.
2. Ємець О. А. Комбінаторная оптимизация на размещениях / О. А. Ємець, Т. Н. Барболина — К.: Наук. думка, 2008. — 159 с.
3. Ху Т. Ч. Комбінаторные алгоритмы / Ху Т. Ч., Шинг М. Т. — Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета им. Н. И. Лобачевского, 2004. — 330 с.
4. Ємець О. О. Знаходження максимального потоку в мережі з додатковими комбінаторними обмеженнями / О. О. Ємець, Є. М. Ємець, Ю. Ф. Олексійчук // Таврический вестник информатики и математики. — 2011. — №1. — С. 43-50.
5. Гэри М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / Гэри М., Джонсон Д. — М.: Мир, 1982. — 416 с.