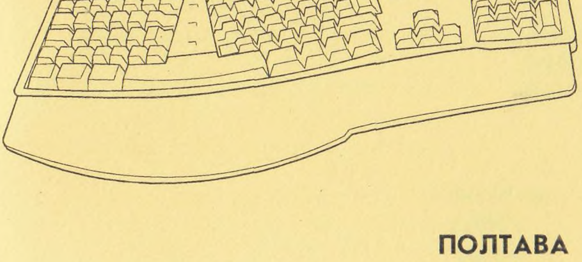
ІНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМНІ НАУКИ (ІСН-2014)

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

УДК 004+519.7
ББК 32.973я431
І-74

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

І-74 Інформатика та системні науки (ІСН-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.

ISBN 978-966-184-152-8

щих нечеткие данные [1–11]. В [12] дан анализ таких систем с использованием аппарата интервальных систем [13].

В докладе дается понятие допусковых решений таких систем разных типов и осуществляется их характеризация.

Необходимые факты из теории нечетких чисел и интервальных систем

Нечетким число называют множество пар $A = \{a \mid \mu(a) | \, a \in [a_L, a_R] \subset R^1, \;\; \mu \in [0,1]\}$.

Носителем нечеткого числа *A* называют множество $\{a\}$ чисел $a \in R^1$ в множестве пар, образующих нечеткое число *A*. Функцией принадлежности называют функцию, ставящую в соответствие $\forall a$ число $\mu(a)$.

Нечеткое число называют дискретным, если мощность носителя $\{a\}$ конечна (синоним – нечеткое число с дискретным носителем). Нечеткое число называют континуальным, если носитель $\{a\}$ имеет мощность континуума (синоним нечеткое число с континуальным носителем). Точки a носителя нечеткого числа *A* называют пиковыми, если $\mu(a) = 1$.

Пусть элементы носителя дискретного нечеткого числа *A* пронумерованы так, что $a_1 < a_2 < \ldots < a_n$.

Дискретное число называют однопиковым, если набор подряд идущих чисел носителя $\alpha_L = a_{i+1}, a_{i+2}, \ldots, a_{i+p} = \alpha_R$, для которых функция принадлежности равна единице, единственен. Точки $\alpha_L = a_{i+1}, a_{i+2}, \ldots, a_{i+p}$ называют пиком числа *A*. Если $p = 1$, то такой пик называют острым, иначе – не острым.

Континуальное нечеткое число *A* называют однопиковым, если отрезок $[\alpha_L, \alpha_R] \subset (a_L, a_R)$, для всех чисел a которого $\mu(a) = 1$, единственный. Отрезок $[\alpha_L, \alpha_R]$ называют пиком числа *A*. Если $\alpha_L = \alpha_R$, то пик называют острым, иначе – не острым.

Нечеткое число называют нормальным, если функций принадлежности слева от первого (левого) пика не убывающая, а справа от последнего (правого) пика не возрастающая.

Нормальное однопиковое число называют стандартным. Оно может быть как дискретным, так и континуальным.

Стандартизированным нечетким числом называют дискретное нечеткое число вида $A=\{\underline{a}_0\,|\,0;\ \underline{a}_1\,|\,0,25;\ \underline{a}_2\,|\,0,5;\ \underline{a}_3\,|\,0,75;\ \underline{a}_4\,|\,1;\ \overline{a}_4\,|\,1;\ \overline{a}_3\,|\,0,75;\ \overline{a}_2\,|\,0,5;\ \overline{a}_1\,|\,0,25;\overline{a}_0\,|\,0\}$, где $\underline{a}_0<\underline{a}_1<\underline{a}_2<$ $<\underline{a}_3<\underline{a}_4\le\overline{a}_4<\overline{a}_3<\overline{a}_2<\overline{a}_1<\overline{a}_0$. Число A удобно задавать упорядоченной десяткой $A=\left(\underline{a}_0,\underline{a}_1,\underline{a}_2,\underline{a}_3,\underline{a}_4,\overline{a}_4,\overline{a}_3,\overline{a}_2,\overline{a}_1,\overline{a}_0\right)$. Если пик острый, то $\underline{a}_4=\overline{a}_4$.

Из стандартного нечеткого континуального числа стандартизированное можно получить дискретизацией носителя по значениям $0{,}25i$ функции принадлежности, $i\in\{0,1,2,3,4\}=$ $=J_4^0=\{0,1,2,3,4\}$. При этом концы $\underline{a}_i$, $\overline{a}_i$ интервалов $[\underline{a}_i,\overline{a}_i]$ определяются условиями: $\forall a\in[\underline{a}_i,\ \overline{a}_i]$ $\mu(a)\in[\,0{,}25i,\ 1\,]$, $\forall\varepsilon>0$ $\mu(\underline{a}_i-\varepsilon)<0{,}25i;$ $\mu(\overline{a}_i+\varepsilon)<0{,}25i,$ $\underline{a}_0=a_L;$ $\overline{a}_0=a_R$.

Получение стандартизированного нечеткого числа из стандартного дискретного осуществимо по алгоритмам из [14, 15].

Далее будем рассматривать только стандартизированные нечеткие числа, поэтому слово «стандартизированное» будем опускать.

Введем в соответствии с [13] необходимую терминологию интервальных матриц.

Пусть $\underline{A}$, $\overline{A}$ – две $m\times n$ матрицы с действительными элементами, т. е. $\underline{A}$, $\overline{A}\in R^{m\times n}$. При $n=1$ такая матрица – это вектор-столбец. Пусть $\underline{A}$ поэлементно не больше $\overline{A}$, обозначим это $\underline{A}\le\overline{A}$.

Множество матриц A, удовлетворяющих условию $\underline{A}\le A\le\overline{A}$, называют интервальной матрицей. Обозначим ее I_A, т. е. $I_A=\left\{A\,\middle|\,\underline{A}\le A\le\overline{A}\right\}$. Матрицу $\underline{A}$ называют нижней, а матрицу $\overline{A}$ – верхней границами интервальной матрицы I_A, которую также обозначают так: $I_A=\left[\underline{A},\overline{A}\,\right]$. Матрицу $A_c=\frac{1}{2}\left(\underline{A}+\overline{A}\right)$

называют средней матрицей для I_A, а матрицу $\Delta = \frac{1}{2}\left(\overline{A} - \underline{A}\right)$ – матрицей радиусов для I_A. Очевидно, что элементы Δ_{ij} – матрицы радиусов неотрицательны: $\Delta_{ij} \geq 0 \;\; \forall i = \overline{1,m},\, , \forall j = \overline{1,n}$.

Согласно определений A_c и Δ имеем: $\underline{A} = A_c - \Delta;$ $\overline{A} = A_c + \Delta$. Поэтому, I_A можно представить и так: $I_A = \left[A_c - \Delta, A_c + \Delta\right]$ или $I_A = \left\{A \middle| \, |A - A_c| \leq \Delta\right\}$, где модуль (абсолютная величина) $|B|$ матрицы $B = \left(b_{ij}\right) \in R^{m\times n}$ определяется как матрица $|B| = \left(|b_{ij}|\right) \in R^{m\times n}$.

Интервальным вектором-столбцом I_b называют интервальную матрицу с одним столбцом. Будем I_b с использованием $\overline{b}$ – верхней и $\underline{b}$ – нижней границ для I_b обозначать так: $I_b = \left\{b \middle| \underline{b} \leq b \leq \overline{b}\right\}$, где $\underline{b}, \overline{b} \in R^m$. Вектор $b_c = \frac{1}{2}\left(\underline{b} + \overline{b}\right)$ называют средним вектором интервального вектора I_b, а вектор $\delta = \frac{1}{2}\left(\overline{b} - \underline{b}\right)$ – вектором радиусов для I_b. Таким образом, $I_b = \left[\underline{b}, \overline{b}\right] = \left[b_c - \delta; b_c + \delta\right]$.

Используя понятие интервальной матрицы, введем понятие нечеткой матрицы.

Определение 1. Нечеткой матрицей F_A назовем пятислойную таблицу (матрицу, массив), состоящую на каждом слое t, $t \in J_4^0$, из интервальных матриц $I_A^t = \left[\underline{A}^t,\ \overline{A}^t\right]$, где матрицы $\underline{A}^t = \left(\underline{a}_{ijt}\right) \in R^{m\times n}$, $\overline{A}^t = \left(\overline{a}_{ijt}\right) \in R^{m\times n}$, а числа $\overline{a}_{ijt}$, $\underline{a}_{ijt}$ – это элементы стандартизированного нечеткого числа $a_{ij} = \left(\underline{a}_{ij0}, \underline{a}_{ij1}, \underline{a}_{ij2}, \underline{a}_{ij3}, \underline{a}_{ij4}, \overline{a}_{ij4}, \overline{a}_{ij3}, \overline{a}_{ij2}, \overline{a}_{ij1}, \overline{a}_{ij0}\right)$.

Число t будем называть номером слоя матрицы F_A, матрицу I_A^t – слоем t матрицы F_A, а нечеткую матрицу F_A обозначать $\left(a_{ij}\right)$ или $\left(a_{ijt}\right)$ $i = \overline{1,m};\;\; j = \overline{1,n};\;\; t \in J_4^0$.

Если $n=1$, то нечеткую матрицу назовем нечетким вектором-столбцом с m нечеткими координатами $b_i=(\underline{b}_{i0}, \underline{b}_{i1}, \underline{b}_{i2}, \underline{b}_{i3}, \underline{b}_{i4}, \overline{b}_{i4}, \overline{b}_{i3}, \overline{b}_{i2}, \overline{b}_{i1}, \overline{b}_{i0})$ и обозначим $F_b=(b_i)$ или $F_b=(b_{it})$ $i=\overline{1,m}$, $t\in J_4^0$.

Вектор $I_b^t=\left[\underline{b}^t, \overline{b}^t\right]$, где $\underline{b}^t=(\underline{b}_{1t}, \underline{b}_{2t}, \ldots, \underline{b}_{mt})$, $\overline{b}^t = (\overline{b}_{1t}, \overline{b}_{2t}, \ldots, \overline{b}_{mt})$, назовем t-м слоем вектора F_b, а вектор F_b – пятислойным.

Интервальной линейной системой уравнений $I_A x=I_b$ называют семейство всех систем линейных уравнений

$$Ax=b, \tag{1}$$

где

$$A\in I_A; \quad b\in I_b. \tag{2}$$

Определение 2. Нечеткой линейной системой уравнений

$$F_A x=F_b \tag{3}$$

назовем совокупность пяти интервальных линейных систем уравнений

$$\left[\begin{array}{l} I_A^4 x=I_b^4; \\ I_A^3 x=I_b^3; \\ I_A^2 x=I_b^2; \\ I_A^1 x=I_b^1; \\ I_A^0 x=I_b^0; \end{array}\right. \tag{4}$$

где F_A и I_A^t, F_b и I_b^t, $t\in J_4^0$ соотносятся между собой согласно определения 1, то есть I_A^t есть слоем t матрицы F_A, а I_b^t есть слоем t вектора F_b.

Имеет место включения (см. теорему 1 из [12]): $I_A^t \subset I_A^{t-1}$, $I_b^t \subset I_b^{t-1} \quad \forall t \in \{0,1,2,3\} = J_3^0$, где знак $\subset$ может означать и равенство.

Допусковые решения нечеткой линейной системы уравнений

Поставим в соответствие каждой интервальной линейной системе уравнений из (4) $I_A^t x = I_b^t$, $t \in J_4^0$, семейство с номером t систем линейных уравнений вида (1) с данными вида (2) соответственно:

$$A^t x = b^t;$$

$$A^t \in I_A^t;\ \ b^t \in I_b^t .$$

Определение 3. Назовем вектор $x \in R^n$ допусковым с типом принадлежности $<t,\tau>$ решением нечеткой линейной системы вида (3) $F_A x = F_b$, если для него выполняется условие:

$$A^t x = I_b^\tau \quad \forall A^t \in I_A^t,\ t,\tau \in J_4^0 .$$

Название решения объясняется тем, что вектор $A^t x$, определяемый данными со значениями принадлежности не меньше $0,25t$, остается внутри интервала (интервала «допусков») I_b^τ, определяемого данными со значением функций принадлежности не меньше $0,25\tau$, независимо от выбора матрицы $A^t \in I_A^t$.

Определение 3 может быть представлено в виде: вектор x, называемый допусковым с типом принадлежности $<t,\tau>$ решением нечеткой системы (3), должен удовлетворять условию

$$\left\{ A^t x \,\middle|\, A^t \in I_A^t \right\} \subset I_b^\tau . \qquad (5)$$

Заметим, что определение 3 вводит в рассмотрение 25 допусковых решений, соответствующих разным значениям $t,\tau \in J_4^0$. В работе [12] числовым значениям $t(\tau)$ приписывается определенный смысл, который мы будем иметь в виду и в этой работе. Тип $t=0$ ($\tau=0$) будем называть нечетким, $t=1$ ($\tau=1$)

будем называть квазинечетким, $t=2$ ($\tau=2$) – полунечетким (синоним – получетким), $t=3$ ($\tau=3$) тип назовем квазичетким, а при $t=4$ ($\tau=4$) – четким. Такие названия определяются соответствующим значением функций принадлежности – не меньше $0{,}25t$ ($0{,}25\tau$ соответственно) – согласно определению стандартизированного нечеткого числа (см. табл. 1).

Таблиця 1 – Типы принадлежности допусковых решений

$t \backslash \tau$	0	1	2	3	4
0	нечетко-нечеткий	нечетко-квазинечеткий	нечетко-полунечеткий	нечетко-квазичеткий	нечетко-четкий
1	квазинечетко-нечеткий	квазинечетко-квазинечеткий	квазинечетко-полунечеткий	квазинечетко-квазичеткий	квазинечетко-четкий
2	полунечетко-нечеткий	полунечетко-квазинечеткий	полунечетко-полунечеткий	полунечетко-квазичеткий	полунечетко-четкий
3	квазинечетко-нечеткий	квазинечетко-квазинечеткий	квазинечетко-полунечеткий	квазинечетко-квазичеткий	квазинечетко-четкий
4	четко-нечеткий	четко-квазинечеткий	четко-полунечеткий	четко-квазичеткий	четко-четкий

Напомним определение слабого решения [13] интервальной линейной системы уравнений

$$I_A^t x = I_b^t, \tag{6}$$

где

$$I_A^t = \left\{ \underline{A}^t \le A^t \le \overline{A}^t \right\},\ I_b^t = \left\{ \underline{b}^t \le b^t \le \overline{b}^t \right\}.$$

Вектор $x \in R^n$ называется слабым решением системы (6), если он удовлетворяет для некоторых $A^t \in I_A^t;\ \ b^t \in I_b^t$ системе $A^t x = b^t$.

Для множества, стоящего в левой части соотношения (5), справедливо следующее утверждение.

Лемма 1. Если I_A^t – интервальная матрица $\left[\underline{A}^t, \overline{A}^t\right]$, где $\underline{A}^t, \overline{A}^t \in R^{m \times n}$, а $x \in R^n$, тогда

$$\left\{ A^t x \,\middle|\, A^t \in I_A^t \right\} = \left[A_c^t x - \Delta^t \,|\, x \,|,\ A_c^t x + \Delta^t \,|\, x \,| \right].$$

Эту лемму используем для доказательства эквивалентности разных описаний допусковых решений нечеткой линейной системы уравнений.

Теорема 2. Следующие утверждения эквивалентны:

1) x – допусковое с типом принадлежности $<t,\tau>$ решение нечеткой линейной системы вида (3) $F_A x = F_b$;

2) x – удовлетворяет неравенству $|A_c^t x - b_c^\tau| \le -\Delta^t |x| + \delta^\tau$;

3) $x = x_1 - x_2$, где x_1, x_2 удовлетворяют условиям:

$$\overline{A}^t x_1 - \underline{A}^t x_2 \le \overline{b}^\tau; \quad (7)$$

$$\underline{A}^t x_1 - \overline{A}^t x_2 \ge \underline{b}^\tau; \quad (8)$$

$$x_1 \ge 0; \quad x_2 \ge 0. \quad (9)$$

Замечание. Проверка того, что x является допусковым с типом принадлежности $<t,\tau>$ решением нечеткой системы (3), может быть осуществима за полиномиальное время, поскольку это простая проверка разрешимости системы (7)–(9).

В работе введено понятие допускового с типом принадлежности $<t,\tau>$ решения нечеткой линейной системы уравнений и дана его характеризация.

Дальнейшее направление исследований – проведение числовых экспериментов по проверке решения нечеткой системы на допусковость.

Информационные источники

1. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде. – М: Мир, 1976 – 165 с.
2. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман. – М. : Радно и связь, 1982. – 432 с.
3. Сергиенко И. В. Применение понятий размытой математики для формализации и решения комбинаторных оптимизационных задач / И. В. Сергиенко, М. Ф. Каспшицкая // Кибернетика и системный анализ. – 1995. – № 2. – С. 158–162.
4. Сергиенко И. В. Об одной нечеткой задаче многопараметрического выбора оптимальных решений / И. В. Сергиенко, И. Н. Парасюк, М. Ф. Каспшицкая // Кибернетика и системный анализ. – 2003. – № 2. – С. 3–15.

5. Ємець О. О. Розв’язування задач комбінаторної оптимізації на нечітких множинах : монографія [Електронний ресурс] / О. О. Ємець, Ол-ра О. Ємець. – Полтава : РВВ ПУЕТ, 2011. – 239 с. – Режим доступу: http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/352. – Назва з екрана.
6. Ємець О. О. Операції та відношення над нечіткими числами / О. О. Ємець, Ол-ра О. Ємець // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2008 – № 5. – С. 39–46.
7. Ємець О. О. Побудова математичної моделі однієї комбінаторної задачі упакування прямокутників з нечіткими розмірами / О. О. Ємець, Ол-ра О. Ємець // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2008. – № 6. – С. 25–33.
8. Донец Г. А. Постановка и решение задачи о рюкзаке с нечеткими данными / Г. А. Донец, А. О. Емец // Проблемы управления и информатики – 2009. – № 5. – С. 65–76.
9. Емец О. А. Операции над нечеткими числами с носителем мощности континуум для моделирования в комбинаторной оптимизации / О. А. Емец, Т. А. Парфенова // Проблемы управления и информатики. – 2010. – № 2. – С. 86–101.
10. Емец О. А. Метод ветвей и границ для задач оптимизации на нечетких множествах / О. А. Емец, А. О. Емец, Т. А. Парфенова // Проблемы управления и информатики. – 2013. – № 2. – С. 55–60.
11. Зайченко Ю. П. Исследование операций: Нечеткая оптимизация : учеб. пособие / Ю. П. Зайченко. – К. : Выща шк., 1991. – 191 с.
12. Емец О. А. О слабой разрешимости и слабой допустимости нечетких линейных систем уравнений / О. А. Емец, А. О. Емец // Матеріали III Всеукраїнського наукового семінару «Комбінаторна оптимізація та нечіткі множини (КОНеМ-2013)», (Полтава, 30–31 серпня 2013 р.): тези доп. – Полтава : ПУЕТ, 2013. – С. 27–35.
13. Фидлер М. Задачи линейной оптимизации с неточными данными / М. Фидлер, Й. Недома, Я. Рамик, И. Рон, К. Циммерманн. – М.-Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Ин-т компьютерных исследований, 2008 – 288 с.
14. Емец О. А. Редукция нечетких чисел с дискретным носителем / О. А. Емец, А. О. Емец // Материалы Международной научной конференции «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта

(ISDMCI '2012)», (Евпатория, 27–31 мая 2012 г.): тез. докл. – Херсон : ХНТУ, 2012. – С. 361–362.
15. Iemets O. O. About the Problem of Growing of a Discrete Fuzzy Number Carrier during Algebraic Operations. / O. O. Iemets, O. O. Yemets' // XX International Conference Problems of Decision Making under Uncertainties: (Brno, Czech Republic, September 17–21, 2012): abstracts. – Kyiv. – P. 117–124.

УДК 004.91

О ДОСВІДІ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКИ ДИСТАНЦІЙНИХ КУРСІВ В ПУЕТ

***Є. М. Ємець**, к. ф.-м. н., доцент*
ВНЗ Укоопсоюза «Полтавський університет економіки і торгівлі»
yemetsli@maii.ru

В доповіді викладається досвід розробки та впровадження дистанційних курсів «Комп'ютера графіка», «Інформатика», «Системи підтримки прийняття рішень» для студентів напряму підготовки «Економічна кібернетика», «Економіко-математичні моделі та методи» для студентів напряму підготовки «Бізнес-адміністрування»; «Моделі і методи прийняття рішень в аналізі та аудиті» для студентів напряму підготовки «Облік та аудит» в Полтавському університеті економіки і торгівлі.

Інформаційні джерела

1. Головний центр дистанційного навчання Полтавського університету економіки і торгівлі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.el.puet.edu.ua/. – Назва з екрана.

УДК 519.85

АЛГОРИТМ МОНОТОННОГО ІТЕРАЦІЙНИЙ МЕТОД РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ІГРОВОГО ТИПУ НА ПЕРЕСТАВЛЕННЯХ

***О. О. Ємець,** д. ф.-м. н., професор;*
***О. В. Ольховська,** аспірантка*
ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»
lena@olhovsky.name

У [1–4] досліджено задачі комбінаторної оптимізації ігрового типу на переставленнях (ЗКОІТП) з обмеженнями на стратегії одного гравця, в [4] запропоновано ітераційний алгоритм розв'язку даного класу задач. При його виконанні генерується послідовність наближених значень ціни гри, що прямують до точного її значення. Наближені значення можуть бути і більшими і меншими розв'язку, за таких ітераційних схем можуть повільно сходитися одержані послідовності тому вбачається доцільним розробити метод для ЗКОІТП, який давав би монотонну послідовність наближення до ціни гри. Для розв'язування ЗКОІТП з обмеженнями на стратегії одного гравця пропонується такий монотонний ітераційний метод (МІМ) пошуку ціни гри. Запропонований метод ґрунтується на ідеях монотонного методу (ММ) для розв'язування матричних ігрових задачіз[5]. У роботі [5] зазначено, що ММ дає змогу швидко отримати значення ціни гри із заданою точністю та оптимальну стратегію першого гравця, причому кількість кроків методу слабко залежить від вимірності задачі [5].

Опишемо МІМ як ітераційний процес, який дозволяє знайти υ – ціну гри Γ_A, що задана матрицею $A'=\left(a'_{tj}\right)$ вимірності $m\times n$ та множиною переставлень $E_{m\nu}\left(P^x\right)$ – стратегіями першого гравця.

На нульовому кроці перший гравець обирає довільне переставлення $x^0=\left(x_1,x_2,...,x_m\right)\in E_{m\nu}\left(P^x\right)$, $\overline{\gamma}^0=\left(0,0,...,0,1,...,0\right)$, де одиницястоїть на місці номера x^0 в $E_{m\nu}\left(P^x\right)$. Визначається допоміжний вектор c^0 як вектор скалярних добутків стовпців матриці A' та вектору-переставлення x^0, тобто $c_j^0=\sum_{i=1}^{e}\sum_{t=1}^{m}\gamma^N a'_{tj}x_{it}$, $\forall j\in J_n$, $c^0=\left(c_1^0,...,c_n^0\right)$, γ_i – ймовірність використання переставлення x_i.

Крок 1. Встановлюємо початковий номер ітерації N рівний 1, $N=1$.

Крок 2. Визначаємо $\underline{v}^{N-1}=\min_{j\in J_n} c_j^{N-1}$ та позначаємо $J^N=$ $=\left\{j_1^{N-1},...,j_\gamma^{N-1}\right\}$ множину індексів, на яких досягається $\underline{v}^{N-1}$, тобто $J^N=Arg\min_{j\in J_n} c_j^{N-1}$.