

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 – 2017)

МАТЕРІАЛИ

**VIII Всеукраїнської науково-практичної
конференції за міжнародною участю**

(м. Полтава, 16–18 березня 2017 року)

За редакцією професора О. О. Ємця

**Полтава
ПУЕТ
2017**

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 Вищого навчального закладу Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі».

Члени програмного комітету:

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

О. М. Хіміч, д. ф.-м. н., професор, чл.-кор. НАН України, завідувач відділу чисельних методів та комп'ютерного моделювання Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України;

Г. П. Донець, д. ф.-м. н., с. н. с., професор, 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 Вищого навчального закладу 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;

П. І. Стецюк, д. ф.-м. н., с. н. с., завідувач відділу методів негладкої оптимізації Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України;

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.

Інформатика та системні науки (ISN – 2017): матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції за міжнародною участю (м. Полтава, 16–18 березня 2017 р.) / за ред. Ємця О. О. – Полтава: ПУЕТ, 2017. – 333 с.

ISBN 978-966-184-272-3

Збірник тез конференції містить 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. Подано доповіді, що відображають проблеми сучасної підготовки фахівців з інформатики, прикладної математики, системного аналізу та комп'ютерних інформаційних технологій.

Збірник розраховано на фахівців із кібернетики, інформатики та системних наук.

УДК 004+519.7

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

© Вищий навчальний заклад Укоопспілки
«Полтавський університет економіки і торгівлі», 2017

ISBN 978-966-184-272-3

Бігун Р. Р., Цегелик Г. Г. Чисельний метод пошуку нулів як гладких, так і негладких функцій.....	43
Білоус М. В. Організація роботи з системами лінійних алгебраїчних рівнянь в скінченно-елементному розв'язувачі Nadra-3D.....	46
Гетьман І. А., Васильєва Л. В. Технології проектування інформаційних систем	48
Гой Т. П. Про нові формули для чисел Фібоначчі	51
Голубенко Віталій. Проектування бази даних наукових публікацій кафедри для веб-ресурсу та робота з нею.....	54
Горбачук В. М., Неботов П. Г., Новодержкін В. І. Питання оптимальності змін середньої заробітної плати і капітальних інвестицій районів Полтавщини у 2015–2016 рр.	57
Грабовська Н. Р., Лисак Ю. В., Торська Р. В. Оцінка точності тривимірної реконструкції поверхні за тріадою її зображень	60
Дадаханов М. Х. Подходи к решению задачи интеллектуального анализа данных на основе искусственных иммунных систем	63
Донець Г. П. Задача пошуку трьох та чотирьох активних куль серед маси подібних	69
Ємець О. О., Барболіна Т. М. Про властивості лінійних безумовних задач стохастичної комбінаторної оптимізації на розміщеннях	79
Ємець О. О., Барболіна Т. М. Стохастичні й детерміновані задачі оптимізації на розміщеннях: моделі, методи алгоритми.....	85
Ємець О. О., Ємець Є. М., Ємець Ол-ра О., Ванжа С. В. Многогранник сполучень з необмеженими повтореннями: симплексна форма.....	92

Список використаних джерел

1. Сергиенко И. В. Задачи оптимизации с интервальной неопределенностью: метод ветвей и границ / И. В. Сергиенко, О. А. Емец, А. О. Емец // Кибернетика и системный анализ. – 2013. – № 5. – С. 38–50.
2. Емец О. А. О комбинаторной оптимизации в условиях неопределенности / О. А. Емец, А. А. Роскладка // Кибернетика и системный анализ. – 2008. – № 5. – С. 35–44.
3. Ємець О. О. Розв'язування задач комбінаторної оптимізації на нечітких множинах [Електронний ресурс] / О. О. Ємець, Ол-ра О. Ємець. – Полтава : ПУЕТ, 2011. – 239 с. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/352/>. – Назва з екрана.
4. Емец О. А. Решение линейных безусловных задач комбинаторной оптимизации на размещениях со стохастической неопределенностью / О. А. Емец, Т. Н. Барболина // Кибернетика и системный анализ. – 2016. – № 3. – С. 141–153.
5. Барболина Т. Н. О подходе к оптимизации с вероятностной неопределенностью с использованием упорядочивания случайных величин / Т. Н. Барболина // Вісник Запорізького національного університету : зб. наук. ст. Фізико-математичні науки. – 2016. – № 1. – С. 11–20.
6. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації [Електронний ресурс] / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець. – Київ : Ін-т системн. досліджень освіти, 1993. – 188 с. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/487/>. – Назва з екрана.

УДК 519.85

СТОХАСТИЧНІ Й ДЕТЕРМІНОВАНІ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ НА РОЗМІЩЕННЯХ: МОДЕЛІ, МЕТОДИ АЛГОРИТМИ

О. О. Ємець, д. ф.-м. н., професор

Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»

yemetsli@ukr.net

Т. М. Барболина, к. ф.-м. н., доцент

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка

tm-b@ukr.net

У доповіді наведено огляд останніх результатів щодо розв'язування задач комбінаторної оптимізації на розміщеннях, у тому числі з імовірнісною невизначеністю. Розглянуто властивості задач, методи їх розв'язування, питання побудови моделей прикладних задач.

Iemets O. O., Barbolina T. M. Stochastic and deterministic optimization problems on arrangements: models, methods, algorithms. In the article we review last results concerning solving of combinatorial optimization problems on arrangements including one under probabilistic uncertainty. The authors consider properties of problems, methods of solutions, questions of construction of applied problems' models.

Ключові слова: ОПТИМІЗАЦІЯ, РОЗМІЩЕННЯ, КОМБІНАТОРНІ ЗАДАЧІ, СТОХАСТИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ.

Keywords: OPTIMIZATION, ARRANGEMENTS, COMBINATORIAL PROBLEMS, STOCHASTIC OPTIMIZATION.

Серед оптимізаційних задач з обмеженнями комбінаторного характеру, які привертають увагу багатьох дослідників (див., наприклад, [1–15, 18, 20–28]), важливий клас становлять задачі на евклідових комбінаторних множинах, зокрема, задачі на розміщеннях. Метою даної статті є огляд деяких нових результатів щодо розв'язування оптимізаційних задач на розміщеннях, у тому числі з імовірнісною невизначеністю.

Для безумовних задач комбінаторної оптимізації на розміщеннях у [10] отримано нові результати. Зокрема, одержано необхідну умову екстремалі в лінійній безумовній задачі оптимізації на розміщеннях, що разом із відомою раніше достатньою умовою формує критерій екстремалі. Показано, що будь-яка мінімаль (максималь) лінійної функції на множині розміщень є елементом певної множини полірозміщень.

Для задач з дробово-лінійною цільовою функцією встановлено зв'язок з оптимізацією на множині розміщень спеціально побудованої лінійної функції [10]. Такий підхід дозволив використати критерій мінімалі в лінійній задачі для того, щоб за відомим зв'язком дробово-лінійної задачі записати множину полірозміщень, що є множиною мінімалей цієї задачі.

Для пошуку розв'язку може використовуватися як запропонований раніше аналітичний метод [7], так і обґрунтований авторами поліноміальний метод [11]. Останній ідейно близький до параметричного методу розв'язування задач дробово-лінійного програмування і ґрунтується на розв'язуванні скінченної послідовності лінійних задач оптимізації на розміщеннях. Доведено поліноміальність алгоритму, показано, що у випадку задач на перестановках, запропонований алгоритм може бути поліпшений.

Для розв'язування задач оптимізації лінійної та дробово-лінійної функції на множині розміщень з додатковими (некомбінаторними) обмеженнями розвинуто метод побудови лексикографічної еквівалентності: обґрунтовано його застосування для частково комбінаторних задач. Уведено в розгляд відношення лексикографічної еквівалентності точок відносно розміщень для випадку, коли кількість елементів у вибірці менше вимірності простору [12]. Встановлено властивості класів еквівалентності, на які многогранна множина розбивається введеним відношенням, запропоновано й обґрунтовано алгоритми розв'язування лінійних частково комбінаторних задач оптимізації на розміщеннях на основі напрямленого перебору таких класів еквівалентності.

У [13] обґрунтовано розв'язування нового класу задач – задач лексикографічної оптимізації дробово-лінійної функції на розміщеннях. Встановлено, що розв'язування дробово-лінійної задачі лексикографічної оптимізації може бути здійснене в два етапи: на першому розв'язується задача лінійного програмування, а на другому – задача лексикографічної оптимізації лінійної функції. Обґрунтовано алгоритми розв'язування дробово-лінійних задач на розміщеннях [13–15]. Як і для лінійних задач разом з точними алгоритмами запропоновано наближений, який дозволяє отримувати значення цільової функції, що відрізняється від оптимуму не більше, ніж на задану величину.

Новим напрямом досліджень є поєднання в оптимізаційних задачах обмежень комбінаторного характеру та стохастичної невизначеності вхідних даних. Авторами запропоновано підхід до формулювання оптимізаційних задач з імовірнісною невизначеністю [16–18], який ідейно близький до постановок задач з інтервальною та нечіткою невизначеністю [8, 9]. Підхід ґрунтується на введінні відношення лінійного порядку на відповідній множині. Для використання в постановках оптимізаційних задач введено лінійний порядок на множині дискретних випадкових величин, а також на фактор-множині, яка утворюється в результаті розбиття множини дискретних випадкових величин на класи еквівалентності на основі порівняння їх числових характеристик (наприклад, моментів). Розглянуті деякі властивості запропонованих відношень порядку, зокрема, збереження упорядкування випадкових величин при додаванні до лівої і правої частини співвідношення однієї й тієї самої випадкової

величини. Також проаналізовано можливість введення на множині дискретних випадкових величин адитивної операції, у результаті якої зберігається кількість можливих значень випадкових величин [19].

Згадані порядки передбачають послідовне порівняння числових характеристик випадкових величин, що дає можливість більш повно враховувати специфіку задачі у порівнянні із переходом від стохастичної задачі до детермінованої шляхом заміни випадкових величин однією з їх числових характеристик (математичне сподівання, дисперсія тощо).

Запропонований підхід до постановок оптимізаційних задач з імовірнісною невизначеністю використано для моделювання задачами комбінаторної оптимізації на розміщеннях. Зокрема, вперше побудовано математичні моделі для задачі упакування прямокутників зі стохастичними параметрами у напівнескінченну смугу: формалізація взаємного розташування прямокутників на основі відношення порядку на множині випадкових величин [18]; модель, яка враховує ймовірність накладання прямокутників у смугі [20]; «жорстка» постановка, яка передбачає, що прямокутники не перетинаються при жодних можливих значеннях дискретних випадкових величин [21, 22].

Крім того, у [23, 24] розглянуто й інші моделі у вигляді задач з різними цільовими функціями (лінійними та дробово-лінійними), задач без додаткових (некомбінаторних) обмежень та з лінійними обмеженнями, як детерміновані, так і стохастичні. Урахування комбінаторного характеру обмежень та імовірнісної невизначеності вхідних даних дозволяє будувати більш точні моделі.

Властивості стохастичних задач комбінаторної оптимізації на розміщеннях досліджено в [24–28]. Встановлено властивості розв'язку задачі лінійної безумовної задачі стохастичної оптимізації на розміщеннях, у якій мінімум визначається згідно з лінійним порядком, введеним на множині дискретних випадкових величин: використовуючи критерій екстремалі в лінійній безумовній (детермінованій) задачі, обґрунтовано умову, що може бути покладена в основу пошуку розв'язку, та способи побудови розв'язку [24–26]. Ґрунтуючись на властивостях розв'язку безумовної задачі з детермінованими коефіцієнтами цільової функції, доведено властивості розв'язку для задачі, у якій коефіцієнти цільової функції є випадковими величинами;

запропоновано схему методу гілок і меж для розв'язування лінійних задач оптимізації на розміщеннях з імовірнісною невизначеністю, у якій також запропоновано правила галуження та відсікання множин [26, 27].

Для задач, у яких мінімум визначається на фактор-множині, встановлено зв'язок зі спеціально побудованими детермінованими задачами, запропоновано редукційний метод розв'язування лінійної безумовної задачі комбінаторної стохастичної оптимізації на розміщеннях [28].

У доповіді розглянуто ряд результатів щодо розв'язування евклідових задач комбінаторної оптимізації на розміщеннях, отриманих в останні роки. Як впливає з наведеного огляду, напрямами подальших досліджень може бути продовження вивчення властивостей задач стохастичної комбінаторної оптимізації на розміщеннях, розробка й обґрунтування алгоритмів їх розв'язування.

Список використаних джерел

1. Сергиенко И. В. Модели и методы решения на ЭВМ комбинаторных задач оптимизации / И. В. Сергиенко, М. Ф. Каспшицкая. – Київ : Наук. думка, 1981. – 288 с.
2. Сергиенко И. В. Классификация прикладных методов комбинаторной оптимизации / И. В. Сергиенко, Л. Ф. Гуляницкий, С. И. Сиренко // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – № 5. – С. 71–83.
3. Донець Г. П. Екстремальні задачі на комбінаторних конфігураціях [Електронний ресурс] / Г. П. Донець, Л. М. Колечкіна. – Полтава : ПУЕТ, 2011. – 309 с. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/560>. – Назва з екрана.
4. Панишев А. В. Модели и методы оптимизации в проблеме коммивояжера / А. В. Панишев, Д. Д. Плечистый. – Житомир : ЖГТУ, 2006. – 300 с.
5. Яковлев С. В. О некоторых классах задач оптимизации на множестве размещений и их свойствах / С. В. Яковлев, И. В. Гребенник // Изв. вузов. Математика. – 1991. – № 11. – С. 74–86.
6. Стоян Ю. Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації [Електронний ресурс] / Ю. Г. Стоян, О. О. Ємець. – Київ : Ін-т системн. досліджень освіти, 1993. – 188 с. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/487>. – Назва з екрана.
7. Емец О. А. Оптимизация дробно-линейных функций на размещениях [Електронний ресурс] / О. А. Емец, О. А. Черненко. – Київ : Наукова думка, 2011. – 154 с. – Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/467>. – Назва з екрана.

8. Ємець О. О. Розв'язування задач комбінаторної оптимізації на нечітких множинах [Електронний ресурс] / Ємець О. О., Ємець Ол-ра О. – Полтава : ПУЕТ, 2011. – 239 с. – Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/352>. – Назва з екрана.
9. Сергиенко И. В. Задачи оптимизации с интервальной неопределенностью: метод ветвей и границ / Сергиенко И. В., Емец О. А., Емец А. О. // Кибернетика и системный анализ. – 2013. – № 5. – С. 38–50.
10. Емец О. А. Свойства комбинаторных оптимизационных безусловных задач на размещениях с линейной и дробно-линейной целевыми функциями / О. А. Емец, Т. Н. Барболина // Проблемы управления и информатики. – 2016. – № 6. – С. 46–57.
11. Ємець О. О. Властивості екстремалі дробово-лінійної функції на загальній множині розміщень / О. О. Ємець, Т. М. Барболіна // Сучасні проблеми прикладної математики та інформатики : зб. наук. пр. – Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. – С. 79–82.
12. Барболина Т. Н. Решение частично комбинаторных задач оптимизации на размещениях методом построения лексикографической эквивалентности / Т. Н. Барболина // Кибернетика и системный анализ. – 2013. – № 6. – С. 137–149.
13. Емец О. А. Лексикографическая эквивалентность в частично комбинаторной оптимизации дробно-линейных функций на размещениях / О. А. Емец, Т. Н. Барболина // Кибернетика и системный анализ. – 2017. – № 2. – С. 94–106.
14. Емец О. А. Решение задач оптимизации с дробно-линейными целевыми функциями и дополнительными ограничениями / О. А. Емец, Т. Н. Барболина, О. А. Черненко // Кибернетика и системный анализ. – 2006. – № 5. – С. 79–85.
15. Ємець О. О. Розв'язування умовних задач з дробово-лінійною функцією цілі на множині розміщень / О. О. Ємець, Т. М. Барболіна, О. О. Черненко // Доповіді НАН України. – 2006. – № 11. – С. 15–18.
16. Емец О. А. Об оптимизационных задачах с вероятностной неопределенностью / О. А. Емец, Т. Н. Барболина // Доповіді Національної академії наук України. – 2014. – № 11. – С. 40–45.
17. Барболина Т. Н. О подходе к оптимизации с вероятностной неопределенностью с использованием упорядочивания случайных величин / Т. Н. Барболина // Вісник Запорізького національного університету : зб. наук. ст. Фізико-математичні науки. – 2016. – № 1. – С. 11–20.
18. Емец О. А. Комбинаторная оптимизационная модель упаковки прямоугольников со стохастическими параметрами / О. А. Емец,

- Т. Н. Барболина // Кибернетика и системный анализ. – 2015. – № 4. – С. 99–111.
19. Ємець О. О. Про адитивну операцію на множині дискретних випадкових величин / О. О. Ємець, Т. М. Барболина // Вісник Одеського національного університету. Математика і механіка. – 2014. – Т. 19, вип. 3 (23). – С. 7–13.
 20. Ємець О. О. Комбінаторна оптимізаційна модель упакування прямокутників з імовірнісними обмеженнями / О. О. Ємець, Т. М. Барболина // Наукові записки НаУКМА. – 2015. – Т. 177: Комп'ютерні науки. – С. 58–62.
 21. Емец О. А. Формализация взаимного расположения отрезков в задачах с неопределенностью / О. А. Емец, Т. Н. Барболина // Вісник Запорізького національного університету : збірник наукових статей. Фізико-математичні науки. – 2014. – № 2. – С. 55–64.
 22. Емец О. А. О задачах оптимизации взаимного расположения прямоугольников в условиях стохастической, интервальной или нечеткой неопределенности / О. А. Емец, Т. Н. Барболина // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки. – 2015. – Вип. 12. – С. 83–100.
 23. Ємець О. О. Моделювання детермінованими і стохастичними задачами комбінаторної оптимізації / О. О. Ємець, Т. М. Барболина // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки. – 2016. – Вип. 14. – С. 70–80.
 24. Ємець О. О. Побудова і дослідження математичної моделі задачі директора зі стохастичними параметрами / О. О. Ємець, Т. М. Барболина // Вісник Черкаського університету. Серія Прикладна математика. Інформатика. – 2014. – № 18 (311). – С. 3–11.
 25. Емец О. А. О свойствах линейной безусловной задачи комбинаторной оптимизации на размещениях с вероятностной неопределенностью / О. А. Емец, Т. Н. Барболина // Кибернетика и системный анализ. – 2016. – № 2. – С. 127–139.
 26. Ємець О. О. Властивості лінійних безумовних задач оптимізації на розміщеннях з імовірнісною невизначеністю / О. О. Ємець, Т. М. Барболина // Доповіді НАН України. – 2016. – № 2. – С. 31–37.
 27. Ємець О. О. Лінійні оптимізаційні задачі на розміщеннях з імовірнісною невизначеністю: властивості і розв'язання / О. О. Ємець, Т. М. Барболина // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2016. – № 1. – С. 107–119.
 28. Емец О. А. Решение линейных безусловных задач комбинаторной оптимизации на размещениях со стохастической неопределенностью / О. А. Емец, Т. Н. Барболина // Кибернетика и системный анализ. – 2016. – № 3. – С. 141–153.