

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМЕНІ В.М. ГЛУШКОВА

Сучасна інформатика:  
проблеми, досягнення  
та перспективи розвитку

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ  
Міжнародної наукової конференції,  
присвяченої 60-річчю заснування  
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Україна, Київ  
13–15 грудня 2017 року

Київ 2017

УДК 519.6:004.9:621.39:517

Розглянуто результати досліджень у галузі математичного та комп'ютерного моделювання, системного аналізу та оптимізації, архітектури програмних і обчислювальних систем, паралельних обчислень, інформаційно-комунікаційних технологій, проблем управління та розробки високонадійних програмних систем, нових інформаційних технологій захисту інформації.

Для науковців у галузі обчислювальної та прикладної математики, комп'ютерних наук, інформаційних технологій, комп'ютерних засобів, систем та мереж.

Рассмотрены результаты исследований в области математического и компьютерного моделирования, системного анализа и оптимизации, архитектуры программных и вычислительных систем, параллельных вычислений, информационно-коммуникационных технологий, проблем управления и разработки высоконадёжных программных систем, новых информационных технологий защиты информации.

Для научных работников в области вычислительной и прикладной математики, компьютерных наук, информационных технологий, компьютерных средств, систем и сетей.

### Р е д а к ц і й н а   к о л е г і я :

Відповідальний редактор СЕРГІЄНКО І.В.	ГАЛЕЛЮКА І.Б.,
Заступники відповідального редактора ПАЛАГІН О.В., ХІМІЧ О.М.	КАРПЕЦЬ Е.П., КУЛЯС А.І., РОМАНОВ В.О., СТЕЦЮК П.І.,
Відповідальний секретар ЄРШОВ С.В.	ІВАНОВ С.М.

*Рецензент:* академік НАН України ЗАДІРАКА В.К.

Затверджено до друку вченою радою  
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Адреса редколегії:

03187, Київ-187, проспект Академіка Глушкова, 40  
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України  
[www.incyb.kiev.ua](http://www.incyb.kiev.ua)  
[incyb@incyb.kiev.ua](mailto:incyb@incyb.kiev.ua)

ISBN 978-966-02-8362-6

© Інститут кібернетики  
імені В.М. Глушкова  
НАН України, 2017

## СТОХАСТИЧНІ Й ДЕТЕРМІНОВАНІ ЗАДАЧІ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ НА РОЗМІЩЕННЯХ: ОГЛЯД НОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Серед актуальних напрямів досліджень у галузі оптимізації можна виокремити вивчення задач з обмеженнями комбінаторного характеру та задач в умовах невизначеності. У доповіді представлено огляд низки останніх досліджень розв'язування евклідових задач комбінаторної оптимізації на розміщеннях, у тому числі з імовірнісною невизначеністю.

Під мультимножиною розуміємо сукупність елементів, серед яких можуть бути й однакові. Упорядкованою  $k$ -вибіркою з мультимножини  $G = \{g_1, \dots, g_n\}$  називається набір вигляду  $(g_{i_1}, \dots, g_{i_k})$ , де  $g_{i_j} \in G$ ,  $i_j \neq i_t \forall i_j, i_t \in J_\eta$ ,  $\forall j, t \in J_k$  (тут і далі  $J_n = \{1, 2, \dots, n\}$ ). Множина всіх упорядкованих  $k$ -вибірок з мультимножини  $G$  називається загальною множиною розміщень  $E_\eta^k(G)$ .

У роботі [1] та інших працях авторів отримано нові результати щодо властивостей евклідових задач комбінаторної оптимізації на розміщеннях з лінійною і дробово-лінійною цільовими функціями без додаткових (некомбінаторних) обмежень, тобто задач пошуку пари  $\langle C(x^*), x^* \rangle$  такої, що

$$C(x^*) = \underset{x \in E_\eta^k(G)}{\text{extr}} C(x), \quad x^* = \arg \underset{x \in E_\eta^k(G)}{\text{extr}} C(x), \quad (1)$$

$$\text{де } C(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_kx_k \text{ або } C(x) = \frac{c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_kx_k + c_0}{d_1x_1 + d_2x_2 + \dots + d_kx_k + d_0}.$$

Зокрема, доведено необхідну умову екстремалі лінійної функції на загальній множині розміщень: усі мінімалі (максималі) є елементами певної множини полірозміщень. Разом з відомою раніше достатньою умовою це дозволило сформулювати критерій екстремалі. Для задач з дробово-лінійною цільовою функцією встановлено зв'язок з оптимізацією на множині розміщень лінійної

функції вигляду  $\varphi(x, h) = \sum_{j=1}^k (c_j - hd_j)x_j$ . Такий підхід дозволив використати критерій мінімалі в

лінійній задачі для того, щоб за відомим розв'язком дробово-лінійної задачі записати множину полірозміщень, що є множиною мінімалей цієї задачі. Для розв'язування задачі (1), де  $C(x)$  є дробово-лінійною функцією, запропоновано новий метод, який ґрунтується на розв'язуванні скінченної послідовності лінійних задач оптимізації на розміщеннях. Доведено, що запропонований алгоритм є поліноміальним, показано шляхи підвищення його ефективності у випадку, коли  $k = \eta$ , тобто задача (1) є задачею на множині перестановок. Для розв'язування лінійних і дробово-лінійних умовних задач комбінаторної оптимізації на розміщеннях у [2] та інших роботах авторів розвинуто метод побудови лексикографічної еквівалентності: обґрунтовано його застосування для розв'язування частково комбінаторних задач, запропоновано відповідні алгоритми. Введено в розгляд відношення лексикографічної еквівалентності точок відносно розміщень для випадку, коли кількість елементів у вибірці менше вимірності простору. Встановлено властивості класів еквівалентності, на які многогранна множина розбивається введеним відношенням. Обґрунтовано алгоритми пошуку найближчих комбінаторних класів, тобто таких, для кожного представника  $(x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_\eta)$  яких виконується умова  $(x_1, x_2, \dots, x_k) \in E_\eta^k(G)$ .

Для нового класу задач лексикографічної оптимізації дробово-лінійної функції на розміщеннях встановлено, що їх розв'язування може бути здійснене в два етапи: на першому розв'язується задача лінійного програмування, а на другому — задача лексикографічної комбінаторної оптимізації лінійної функції. Обґрунтовано алгоритми розв'язування лінійних і дробово-лінійних частково комбінаторних задач лексикографічної оптимізації на розміщеннях. Серед запропонованих алгоритмів є як точні, так і наближений. Останній 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 [3], який ідейно близький до постановок задач з інтервальною та нечіткою невизначеністю. Підхід ґрунтується на введенні лінійного порядку на відповідній множині. Запропоновано порядки на множині дискретних випадкових величини та на фактор-множині, яка утворюється в результаті розбиття множини випадкових величин на класи еквівалентності на основі порівняння їх числових характеристик (наприклад, моментів). Зазначені порядки передбачають послідовне порівняння числових характеристик випадкових величин, що дозволяє більш повно враховувати специфіку задачі у порівнянні з постановками, у яких здійснюється перехід до детермінованої задачі заміною випадкових величин однією з їх числових характеристик.

Приклади моделювання оптимізаційними задачами у постановках на основі введення лінійного порядку наведено, зокрема, в [4]. Побудовано моделі у вигляді лінійних умовних та безумовних задач стохастичної комбінаторної оптимізації на розміщеннях. Разом з тим представлено ряд нових моделей прикладних задач як детермінованих задач комбінаторної оптимізації з лінійною та дробово-лінійною цільовими функціями. Низка робіт присвячена різним постановкам задачі упакування прямокутників зі стохастичними параметрами у напівнескінченну смугу. Запропоновано формалізацію взаємного розташування прямокутників на основі відношення порядку на множині випадкових величин, постановку з урахуванням імовірності накладання прямокутників у смугі, а також «жорстку» постановку (прямокутники не перетинаються при жодних можливих значеннях випадкових величин).

У ході дослідження властивостей лінійних задач стохастичної оптимізації на розміщеннях у різних постановках (див., наприклад, [5, 6]) обґрунтовано умову, що може бути покладена в основу пошуку розв'язку, та способи побудови розв'язку; встановлено зв'язок задач з детермінованими коефіцієнтами цільової функції і випадковою екстремаллю та задач з детермінованою екстремаллю та коефіцієнтами цільової функції, що є випадковими величинами; запропоновано схему методу гілок і меж; встановлено взаємозв'язок деяких властивостей розв'язування лінійної безумовної задачі стохастичної комбінаторної оптимізації з розв'язуванням спеціально побудованих детермінованих задач на розміщеннях; запропоновано редукційний метод розв'язування лінійної безумовної задачі комбінаторної стохастичної оптимізації на розміщеннях.

Таким чином, у доповіді наведено огляд отриманих в останні роки результатів щодо розв'язування евклідових задач комбінаторної оптимізації на розміщеннях, у тому числі стохастичних. Як напрями подальших досліджень можна зазначити вивчення ефективності представлених алгоритмів, а також розробку й обґрунтування алгоритмів розв'язування стохастичних задач.

1. Емец О.А., Барболина Т.Н. Свойства комбинаторных оптимизационных безусловных задач на размещениях с линейной и дробно-линейной целевыми функциями // Проблемы управления и информатики. — 2017. — № 1. — С. 66 – 76.
2. Емец О.А., Барболина Т.Н. Лексикографическая эквивалентность в частично комбинаторной оптимизации дробно-линейных функций на размещениях // Кибернетика и системный анализ. — 2017. — Т. 53, № 2. — С. 94 – 106.
4. Емец О.А., Барболина Т.Н. Об оптимизационных задачах с вероятностной неопределенностью // Доповіді Національної академії наук України. — 2014. — № 11. — С. 40 – 45.
5. Ємець О.О., Барболина Т.М. Моделювання детермінованими і стохастичними задачами комбінаторної оптимізації // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки. — 2016. — Вип. 14. — С. 70 – 80.
6. Ємець О.О., Барболина Т.М. Лінійні оптимізаційні задачі на розміщеннях з імовірнісною невизначеністю: властивості і розв'язання // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2016. — № 1. — С. 107 – 119.

## З М І С Т

### Секція 1

#### Теоретичні проблеми кібернетики та інформатики

<b>Акуленко Л.Д., Козаченко Т.А., Лещенко Д.Д.</b> Квазиоптимальное торможение вращения твердого тела с внутренними степенями свободы в сопротивляющейся среде ....	3
<b>Бабаков Р.М.</b> Микропрограммный автомат с операционным автоматом переходов ....	4
<b>Балабанов А.С.</b> Проблемы индуктивно-эмпирического вывода каузальных моделей и некоторые пути их решения .....	7
<b>Бейко І.В., Івасишен С.Д., Щирба О.В.</b> Розвиток методів побудови оптимізованих математично-комп'ютерних граф-операторних моделей .....	10
<b>Березовский О.А.</b> Критерии равенства двойственной оценки квадратичной экстремальной задачи значению ее глобального экстремума .....	12
<b>Biletskyy В.О.</b> Distributed machine learning methods based on bayesian pattern recognition procedure .....	14
<b>Білий С.Б.</b> Про деякі властивості і задачі для унікурсальних кривих і графів .....	16
<b>Богаєнко В.О., Булавацький В.М., Гладкий А.В.</b> Паралельні алгоритми чисельного моделювання дробово-диференційної динаміки забруднень при фільтрації ґрунтових вод .....	17
<b>Брила А.Ю.</b> Задачі оптимізації з альтернативними складовими у лексикографічних обмеженнях .....	20
<b>Вагис А.А., Гупал А.М.</b> Исследование помехоустойчивости генетических кодов .....	21
<b>Варенюк Н.А., Галба Е.Ф.</b> Взвешенная псевдоинверсия со знаконеопределенными и смешанными весами .....	23
<b>Вышинский В.А.</b> Место кибернетики в исследовании природы .....	26
<b>Вышинский В.А., Кононенко А.Ю., Слепец А.В.</b> Некоторые вопросы к теории алгоритмов .....	29
<b>Гече Ф.Е., Мулеса О.Ю.</b> Алгоритм синтезу оптимальних цілочислових нейронних елементів з пороговою функцією активації .....	31
<b>Глебена М.І., Цегелик Г.Г.</b> Апарат неklasичних мажорант і діаграм Ньютона функції комплексної змінної .....	34
<b>Горбань И.И.</b> Почему необходимо исследовать физические свойства статистической устойчивости .....	36
<b>Губарев В.Ф.</b> Редукция порядка модели системы большой размерности .....	39
<b>Гуляницький Л.Ф.</b> Новий алгоритм оптимізації мурашиними колоніями .....	41
<b>Денисов С.В., Семенов В.В.</b> Регуляризованные модифицированные экстраградиентные методы для вариационных неравенств с нелипшицевыми операторами .....	44
<b>Донець Г.О., Білецький В.І., Ненахов Е.І.</b> Деякі задачі комбінаторного розпізнавання та їхні особливості .....	46
<b>Дорошенко А.Ю., Бекетов О.Г., Жереб К.А., Іваненко П.А., Овдій О.М., Шевченко Р.С., Яценко О.А.</b> Формальні й адаптивні методи та інструментарій автоматизації паралельного програмування на основі алгеброалгоритмічного підходу ..	48
<b>Дубко А.В., Дубко В.А.</b> Расчет надежности системы методом траекторий .....	51
<b>Емец О.А., Емец А.О., Поляков И.М.</b> О критерии ребра общего многогранника размещений .....	54

<b>Ефименко Н.В., Луценко Н.В.</b> Математическая модель вращательного движения твердого тела в параметрах Родрига–Гамильтона и ее применение в задачах управления угловой ориентацией космического аппарата .....	57
<b>Ємець О.О., Барболіна Т.М.</b> Стохастичні й детерміновані задачі комбінаторної оптимізації на розміщеннях: огляд нових результатів .....	59
<b>Єрмольєв Ю.М., Гайворонський О.О., Горбачук В.М., Єрмольєва Т.Ю., Кнопов П.С.</b> Моделювання еколого-економічних взаємозалежностей на державному, міждержавному та глобальному рівнях .....	61
<b>Журбенко Н.Г.</b> Преобразование пространства в алгоритмах гладкой и негладкой оптимизации .....	64
<b>Задірака В.К.</b> Оптимальне інтегрування швидкоосцилюючих функцій .....	67
<b>Ivanov S.</b> NARMAX network identification and space weather prediction .....	68
<b>Караєв А.О., Стрельнікова О.О.</b> Метод граничних елементів в аксіально-симетричних задачах теорії пружності .....	69
<b>Карпець Е.П., Кузьменко В.М.</b> Економетрична модель оцінки балансових зрушень в економіці та її програмна реалізація .....	72
<b>Kurylyuk V.S.</b> Optimization under uncertainty via risk measures .....	75
<b>Кнопов П.С.</b> Некоторые проблемы стохастической оптимизации, теории риска и оптимального управления для стохастических систем .....	77
<b>Kokovska Y., Prytula M., Venherskyi P.</b> Application of finite elements method for solving of variational problems on channel flows in hydrodynamic and kinematic approximations .....	80
<b>Колчин А.В., Потієнко С.В.</b> Об одном методе генерации тестовых сценариев для промышленного программного кода на языке COBOL .....	83
<b>Кузнєцов М.Ю.</b> Застосування методу Монте-Карло до розв'язання задачі про $p$ -медіану .....	86
<b>Лаптин Ю.П.</b> Вопросы определения коэффициентов точных штрафных функций для задач оптимизации с ограничениями .....	88
<b>Lebyedyeva T.S., Spilovy P.B., Biednov M.V.</b> Calculation of characteristics for biosensors based on surface plasmon resonance and metal clad waveguides .....	91
<b>Летичевський А.А., Лялецкий А.В., Лялецкий А.А.</b> Алгоритм очевидности: прошлое, настоящее, будущее .....	92
<b>Летичевський О.О., Песчаненко В.С.</b> Алгебраїчний підхід до виявлення вразливостей у програмних системах .....	95
<b>Лур'є І.А., Литвиненко В.І., Вороненко М.О., Оволабі А.</b> Гібридний підхід для розв'язання задач прогнозування аффіності зв'язування пептидів .....	97
<b>Малишев О.В.</b> Інформація та управління .....	100
<b>Мержвинский А.А., Будник Н.Н.</b> Философские основы кибернетики и информатики: информационный аспект .....	103
<b>Михайлюк В.О.</b> Реоптимізація узагальнених задач про виконуваність з допомогою ієрархій релаксацій .....	106
<b>Міца О.В., Пецько В.І., Спачинський В.В.</b> Особливості синтезу структур оптичних багаточарових систем .....	109
<b>Нестереня И.Г., Курочка К.С.</b> Быстрое детектирование транспортных средств на видео .....	111
<b>Норкин В.И.</b> Математические модели и методы планирования операций для АТО .....	114
<b>Osaulenko V.M.</b> New ideas to test for artificial neural networks inspired from neuroscience .....	117
<b>Пашко А.О.</b> Аналіз статистичних моделей дробового броунівського руху .....	119
<b>Пепеляев В.А., Черный Ю.М.</b> О генерации целевых функций для исследования алгоритмов оптимизации в моделировании .....	122
<b>Песчаненко В.С., Полторацький М.Ю.</b> Використання методів алгебраїчного програмування для формальної перевірки нормативно-правових актів .....	125