

УДК 082  
ББК 94.3  
ISSN: 5836 - 4978

Збірник центру наукових публікацій «Велес» за матеріалами VI міжнародної науково-практичної конференції I частина: «Осінні наукові читання», м. Київ: збірник статей (рівень стандарту, академічний рівень). – К.: Центр наукових публікацій, 2017. – 100с.  
ISSN: 5836 - 4978

Тираж – 300 экз.

УДК 082  
ББК 94.3  
ISSN: 5836 - 4978

Видавництво не несе відповідальності за матеріали опубліковані в збірнику. Всі матеріали надані авторській редакції та виражають персональну позицію учасника конференції.

**Контактна інформація організаційного комітету конференції:**

Центр наукових публікацій:

*Електронна пошта:* [s-p@cnp.org.ua](mailto:s-p@cnp.org.ua)

*Офіційний сайт:* [www.cnp.org.ua](http://www.cnp.org.ua)

Лилишенцева А.Н., Бойко М.Ю., Селиванова М.С., ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, КАК ПЕРВЫЙ ЭТАП КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.....	61
Брянкин К.В., Леонтьева А.И., Субочева М.Ю. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАДИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВАХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗОЛА .....	69
Дмитрієва М.В. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ПРИ СТВОРЕННІ ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ ПОСІБНИКІВ МОВОЮ ВИЩОГО РІВНЯ HTML .....	74
Исмаилов Н.Ш., Гамидова О.Ш., Ахвердиева А.А., Ибрагимова С.А. ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ ДЛЯ ОТЛИВОК КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК .....	80
Мурін М.М., Бондаренко С.М., Антошкін О.А. ЗАДАЧА РОЗМІЩЕННЯ ПРЯМОКУТНИХ ОБ'ЄКТІВ ІЗ ЗМІНЮВАНИМИ МЕТРИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ТА ОПТИМІЗАЦІЙНІ МЕТОДИ ЇЇ РОЗВ'ЯЗАННЯ .....	85
Софронков А.Н., Костик В.В., Васильева М.Г. КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ОКИСЛЕННЫХ Ni-Co СПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ ПУТЕМ .....	90

### **ХІМІЧНІ НАУКИ**

Козлов В.М. ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ НА ОСЬ ТЕКСТУРЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ МЕДИ И НИКЕЛЯ .....	96
-----------------------------------------------------------------------------------------------	----

### Литература

1. З.С.Седых Эксплуатация энергетических агрегатов с газотурбинным приводом. М., Недра, 2000, 202 с.
2. Ф.Д. Оболенцев. Качества отливок. М., Машиностроение, 2005, 280с.
3. Р.П.Тодоров, П.Ц.Пешев. Дефекты в отливках из черных сплавов. М.: Машиностроение, 2014, 184 с.
4. Н.Ш. Исмаилов Литейные формы из местных материалов. Баку, Элм, 2017, 230 с.

### ЗАДАЧА РОЗМІЩЕННЯ ПРЯМОКУТНИХ ОБ'ЄКТІВ ІЗ ЗМІНЮВАНИМИ МЕТРИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ТА ОПТИМІЗАЦІЙНІ МЕТОДИ ЇЇ РОЗВ'ЯЗАННЯ

**Мурін М.М.**

*Національний університет цивільного захисту України,  
кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій,  
доцент кафедри, кандидат технічних наук, доцент*

**Бондаренко С.М.**

*доцент кафедри, кандидат технічних наук, доцент*

**Антошкін О.А.**

*викладач кафедри*

### THE PROBLEM OF PLACEMENT OF DIRECT OBJECTS WITH MODIFIED METHOD CHARACTERISTICS AND OPTIMIZATION METHODS OF ITS SOLUTIONS

**Murin.M.M.**

*National University of Civil Protection of Ukraine  
Department of Automated Security Systems and Information Technologies  
Associate Professor, Candidate of Technical Sciences*

**Bondarenko S.M.**

*Associate Professor, Candidate of Technical Sciences*

**Antoshkin O.A.**

*Lecturer*

### Анотація

Розроблені математична модель та оптимізаційні методи розв'язання задач розміщення прямокутних геометричних об'єктів зі змінюваними метричними характеристиками в ізотропних областях за умови, що метричні характеристики зв'язані функціональними залежностями. Проведено класифікацію основної задачі дослідження в розглянутій постановці як кінцевої множини сепарабельних задач математичного програмування.

### Abstract

The mathematical model and optimization methods for solving the problems of placement of rectangular geometric objects with variable metric characteristics in isotropic regions are developed, provided that the metric characteristics are related to functional dependences. The classification of the main research problem in the considered statement as a finite set of separable problems of mathematical programming is carried out.

**Ключові слова:** математична модель, прямокутні об'єкти зі змінюваними метричними характеристиками, оптимізація розміщення, лінійна апроксимація області припустимих рішень.

**Keywords:** mathematical model, rectangular objects with variable metric characteristics, optimization of placement, linear approximation of the domain of admissible solutions.

Задачі оптимального розміщення геометричних об'єктів різної фізичної природи виникають у багатьох сферах практичної діяльності – при розкрій промислових матеріалів, оптимальному розподілі ресурсів, календарному плануванні, синтезі блоків радіоелектронної апаратури, енергозбереженні та ін. Крім очевидної прикладної цінності вони мають і теоретичне значення як окремий клас екстремальних задач теорії дослідження операцій.

Серед задач розміщення найбільш дослідженими є задачі, в яких об'єкти мають фіксовані метричні характеристики та просторову форму. Але для певних практичних задач, що виникають у сфері ресурсозбереження, проектуванні технічних систем з джерелами фізичних полів та ін., важливою є залежність розмірів та форми об'єктів від параметрів їх розміщення в області розміщення. Математичними моделями таких задач є оптимізаційні задачі розміщення об'єктів із змінюваними метричними характеристиками та просторовою формою. Аналіз вітчизняних та закордонних наукових джерел свідчить про недостатній рівень досліджень математичних моделей та оптимізаційних методів розв'язання задач вказаного класу.

Ці задачі є багатовимірними багатоекстремальними задачами нелінійного математичного програмування із специфічною областю припустимих рішень, що затрудняє застосування класичних методів умовної оптимізації. Тому актуальним є виділення додаткових властивостей області припустимих рішень розглянутого класу задач і розробка інструментальних засобів моделювання основних геометричних обмежень на основі їх лінеаризації, що уможливить вдосконалення методів розв'язання цих задач за умов врахування їх специфіки.

Метою дослідження є розробка математичної моделі, точного та наближеного методів розв'язку оптимізаційної задачі розміщення прямокутних геометричних об'єктів зі змінюваними метричними характеристиками на основі стратегії апріорної лінійної апроксимації сепарабельних функцій – обмежень задачі за умови, що точність подання є екзогенним параметром.

В даній статті представлено оптимізаційні методи розв'язання багатоекстремальної задачі розміщення прямокутних об'єктів із змінюваними метричними характеристиками. Тому для розв'язання задачі залежно від її розмірності розглянуті як точні методи локальної і глобальної оптимізації, так і наближений метод розв'язання.

Необхідно розмістити набір об'єктів  $T$  у напівнескінченній смузі  $T_0$  без перетинів так, щоб величина  $Z$  була мінімальною.

Вектор незалежних змінних задачі, яка розглядається, є таким:  
 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N) = (x_1, y_1, a_1, x_2, y_2, a_2, \dots, x_N, y_N, a_N)$ .

Отже, необхідно визначити

$$\min_{\omega \in D \subset E^{3N+1}} Z, \quad (1)$$

де область припустимих рішень  $D = D_1 \cap D_2$  визначається умовами вигляду

$$D_1: \text{int}T_i(x_i, y_i, a_i) \cap \text{int}T_j(x_j, y_j, a_j) = \emptyset, \quad i, j = \overline{1, N}, \quad i \neq j, \quad (2)$$

$$D_2: T_i(x_i, y_i, a_i) \subset T_0, \quad i = \overline{1, N}. \quad (3)$$

Таким чином, задача (1)-(3) має вигляд:

$$\text{знайти:} \quad \min_{\omega \in D \subset E^{3N+1}} Z, \quad (4)$$

де область припустимих рішень  $D$  подається набором нерівностей

$$\begin{cases} F_0(\omega_i, m_0) \geq 0 \\ \langle f_k(\omega_i, \omega_j) \geq 0, \quad k = \overline{1, 4}, \quad i, j = \overline{1, N}, \quad i \neq j. \end{cases} \quad (5)$$

та зводиться до розв'язання скінченної множини задач опуклого програмування.

Метод локальної оптимізації діє на компоненті зв'язності  $D_{G_1}$ , такому, що множини  $D_g \subset D_{G_1}$ , тобто

$$D_{G_1} = \bigcup_g^{G_1} D_g, \quad G_1 < G.$$

Розглянемо задачу пошуку локального мінімуму функції мети  $Z$  на множині  $D_{G_1} \subset D$  вигляду:

$$\omega^* = \arg \min_{\omega \in D_{G_1} \subset D} Z, \quad (6)$$

$$D_{G_1} = \bigcup_g^{G_1} D_g : \begin{cases} F_0(\omega_i, m_0) \geq 0 \\ f_k(\omega_i, \omega_j) \geq 0, \quad k \in \{1, 2, 3, 4\}, \quad i, j = \overline{1, N}, \quad i \neq j. \end{cases}$$

Кожна ітерація методу складається із двох етапів:

**Етап 1.** Визначення екстремуму функції мети  $Z^*$ , який досягається на крайній точці  $\omega_g^*$  поточної множини  $D_g$ .

$$\omega^* = \arg \min_{\omega \in D_g^L \subset D^L} Z. \quad (7)$$

**Етап 2.** Організація переходу від поточної підобласті  $D_g^L$  до суміжної області  $D_{g+1}^L$ , такої, що  $\omega^* \in D_{g+1}^L$ .

Задача (4) – (5) належить до класу NP-складних задач комбінаторної нелінійної оптимізації. Загальна ідеологія методів пошуку глобального розв'язку таких задач передбачає побудову дерева розв'язків (назвемо його А), по якому здійснюється перебір підмножин області припустимих рішень задачі, що мають більш просту структуру, і на кожній такій підмножині визначається локально-оптимальний розв'язок задачі, серед яких є і глобальний розв'язок. Пропонується дві реалізації дерева рішень А.

При реалізації 1-го підходу дерево  $A^1$  будується на основі організації повного перебору опуклих підмножин  $D_g$  (точніше, їх лінеаризованих аналогів  $D_g^L$ ) області припустимих рішень задачі.

Змінюваність метричних характеристик об'єктів розміщення не впливає на кількість вершин дерева рішень  $A^1$ . Таким чином, дана задача зводиться до побудови дерева рішень, усіченого перебору та розв'язанню скінченної множини  $N = 4^{N(N-1)}$  задач (7) лінійного програмування.

Реалізація другого підходу базується на побудові дерева рішень  $A^2$  на основі формування множини систем рівнянь, що містять систему  $F^*(\omega) = 0$ , яка визначає оптимальний розв'язок.

Показано, що в даному випадку змінюваність метричних характеристик об'єктів розміщення суттєво впливає на кількість вершин дерева розв'язків  $A^2$ , тобто значно підвищує обчислювальну складність методу розв'язання. Оцінка числа вершин дерева  $A^2$  для лінеаризованої задачі має вигляд  $(\chi N)^{3N+1}$ , де  $\chi = \max_{i=1, N} \chi_i$ ,  $\chi_i = g(\epsilon)$  – кількість лінійних сегментів апроксимаційних гіперплощин.

Розв'язання оптимізаційної задачі (4) – (5) можливе за допомогою модифікації **наближеного методу**, заснованого на оптимізації по групах змінних.

Моделі, методи й алгоритми задач оптимізаційного геометричного проектування, що розглядаються, використані при розробці проекту системи раннього виявлення пожежі складських приміщень АТ «Філіп Морріс Україна» (м. Харків) [6], у навчальному процесі Національного університету цивільного захисту України [3]-[4] та Харківського національного університету будівництва й архітектури [4]-[5].

### Література

1. Мурин М.Н. Оптимизация распределения ограниченных ресурсов проекта / М.Н. Мурин // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2012. – Вып. 56. – С. 196-199.
2. Мурин М.Н. Математическое обеспечение решения задачи размещения прямоугольников с изменяемыми метрическими характеристиками / М.Н. Мурин, И.А. Чуб, М.В. Новожилова // Системы обработки информации. – 2012. – Вып. 7 (105). – С. 196-199.
3. Чуб І.А. Метод пошуку глобального мінімуму задач розміщення об'єктів зі змінними метричними характеристиками / І.А. Чуб, М.М. Мурін // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – 2009. – Вип 25. – С. 119-125.
4. Новожилова М.В. Учет влияния возможного пожара при построении векторного критерия эффективности проекта логистического комплекса / М.В. Новожилова, И.В.Беленченко, М.Н. Мурин // Проблемы пожарной безопасности. – 2009. – № 26. – С. 89-93.
5. Антошкин А.А. Регулярные покрытия правильных объектов на примере оптимизации размещения пожарных извещателей / А.А. Антошкин, А.А. Деревянко, М.Н. Мурин, Т.Е. Романова // Проблемы пожарной безопасности. – 2006. – Вып. 20. – С. 8-11. – Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/4923>
6. Мурин М.Н. Оптимальное распределение ресурсов проекта системы раннего обнаружения пожара / М.Н. Мурин // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы: III Всероссийская науч.-практ. конф. с междунар. участием, 20 сентября 2012.: тез. докл. в 2 Ч. Ч. 1 – Воронеж: ВИ ГПС МЧС России, 2012. – С. 69-70.