

**Ю.Г. СТОЯН**

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, Харків, Україна, e-mail: *yustoyan19@gmail.com*.

**Т.Є. РОМАНОВА**

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, Харків, Україна, e-mail: *tarom27@yahoo.com*.

**О.В. ПАНКРАТОВ**

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, Харків, Україна, e-mail: *pankratov2001@yahoo.com*.

**А.Д. ТЕВЯШЕВ**

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна, e-mail: *andrew.teviashev@nure.ua*.

## **РЕШІТЧАСТЕ ПОКРИТТЯ КУБОЇДА МІНІМАЛЬНОЮ КІЛЬКІСТЮ ПІВСФЕР<sup>1</sup>**

**Анотація.** Розглянуто задачу часткового решітчастого покриття кубоїда заданих розмірів мінімальною кількістю однакових півсфер із заданим коефіцієнтом покриття. Побудовано математичну модель у вигляді задачі змішаного цілочислового нелінійного програмування. Запропоновано метод розв'язання, в якому застосовано ідею релаксації задачі тривимірного покриття до задачі покриття прямокутної області сім'єю однакових кругів радіуса, що залежить від висоти кубоїда, радіуса півсфер та відстані між центрами сусідніх півсфер. Наведено результати обчислювальних експериментів для прикладної задачі оптимізації розміщення сенсорів у заданій тривимірній області.

**Ключові слова:** півсфера, решітчасте покриття, кубоїд, математична модель, оптимізація.

### **ВСТУП**

Задачі оптимального покриття геометричних об'єктів виникають у багатьох галузях науки та техніки, наприклад, під час планування променевої терапії, систем бездротового радіозв'язку, у проектуванні систем акустичної діагностики та контролю корпусів і обладнання, радіолокаційних систем регулювання й керування повітряним рухом, систем виявлення рухомих цілей [1–3]. У монографії [4] розглянуто задачі покриття евклідової площини, наведено поняття щільності системи покривних фігур, отримано оцінки покриття площини й опуклої області рівними кругами. У багатьох публікаціях досліджено побудову математичних моделей та розроблення методів розв'язання різних класів задач покриття (див., наприклад, [5–8]). Особливий інтерес, як фундаментальний, так і прикладний, становлять дослідження задач сферичного покриття [9–17].

Задачі оптимального сферичного покриття належать класу NP-складних [18]. Для розв'язання задач розміщення сферичних об'єктів можна застосувати методи геометричного проектування [19–21] та негладкої оптимізації [22–24]. Однак, для задач розміщення (зокрема задач покриття) великої розмірності доцільно використовувати евристичні методи, які дають змогу отримати ефективні за функцією цілі розв'язки за прийнятний час. Останнім часом у зв'язку з розвитком різного виду сенсорних мереж цей напрям стає дедалі більш перспективним [25].

Одним з підходів до побудови кругових покриттів є розміщення датчиків у детермінованих вузлах. При цьому будують базовий шаблон розміщення кругів з мінімальною кількістю вузлів, що необхідна для покриття багатокутника. Регулярне розбиття площини на багатокутники називають теселяцією. Якщо

<sup>1</sup> Робота підтримана грантом на науково-технічну роботу за договором від 09.03.2021 № ДЗ/105-2021 МОН України та Volkswagen Foundation (грант 97 775, Романова Т.Є.).