



Дніпровський національний університет ім. О.Гончара



Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України



Інститут прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ»
МОН України і НАН України



Київський національний університет ім. Т. Шевченка



Товариство з обмеженою відповідальністю
та іноземними інвестиціями "Ай Ес Ді"

XV міжнародна науково-практична конференція

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ
(MPZIS-2017)**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

*До 100-річчя
Дніпропетровського
національного університету
імені Олесь Гончара
(1918 – 2018)*

22-24 листопада 2017 року

Дніпро, Україна

УДК 519.7:004.89
М 34

Міжнародний науковий комітет

I.B. Сергієнко	– академік НАН України, Україна
М.З. Згуровський	– академік НАН України, Україна
А.О. Чикрій	– чл.-кор. НАН України, Україна
Н.Д. Панкратова	– професор, Україна
Ю.В. Крак	– професор, Україна
V. Deineko	– професор, Англія
Y. Melnikov	– професор, США
С.В. Яковлев	– професор, Україна
А.М. Пасічник	– професор, Україна
M. Polyakov	– основатель компании Noosphere Ventures USA, Inc, США
P. Pardalos	– професор, США
A.F. del Moral Bueno	– професор, Іспанія

М 34 **Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем:** Тези доповідей XV Міжнародної науково-практичної конференції MPZIS-2017, Дніпро, 22-24 листопада 2017 р. / Під загальною редакцією О.М. Кісельової – Д.: ДНУ, 2017. – 244 с. – Текст: укр., рус., англ.

М 34 **Математическое и программное обеспечение интеллектуальных систем:** Тезисы докладов XV Международной научно-практической конференции MPZIS-2017, Днепр, 22-24 ноября 2017 г. / Под общ.редакцией Е.М. Киселевой – Д.: ДНУ, 2017. – 244 с. – Текст: укр., рус., англ.

Щорічна міжнародна науково-практична конференція «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем» (MPZIS) є актуальним та затребуваним форумом фахівців з прикладної математики, інтелектуальних систем прийняття рішень, системного аналізу, новітніх інформаційних технологій. Конференція демонструє актуальність проблем розробки, створення та впровадження нового покоління систем управління та обробки інформації - інтелектуальних систем, а також тематики автоматизації управління в умовах прискореного розвитку математичної теорії і застосувань інтелектуальних систем і середовищ, їх широкого впровадження в повсякденну практику.

Ежегодная международная научно-практическая конференция «Математическое и программное обеспечение интеллектуальных систем» (MPZIS) является актуальным и востребованным форумом специалистов по прикладной математике, интеллектуальных систем принятия решений, системного анализа, новейших информационных технологий. Конференция демонстрирует актуальность проблем разработки, создания и внедрения нового поколения систем управления и обработки информации - интеллектуальных систем, а также тематики автоматизации управления в условиях ускоренного развития математической теории и приложений интеллектуальных систем и сред, их широкого внедрения в повседневную практику.

Оргкомітет:

співголови

Поляков Микола Вікторович – чл.-кор. НАН України, ректор Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, д-р фіз.-мат. наук, проф.

Кісельова Олена Михайлівна – чл.-кор. НАН України, декан факультету прикладної математики ДНУ, д-р фіз.-мат. наук, проф.

**вчений секретар
члени**

Кузенков Олександр Олександрович – канд. фіз.-мат. наук.

Н.І. Ободан – д-р тех. наук; О.Г. Байбуз – д-р тех. наук; Н.А. Гук – д-р фіз.-мат. наук;

Л.Л. Гарт – д-р фіз.-мат. наук; В.А. Турчина – канд. фіз.-мат. наук; О.М. Притоманова – канд. економ. наук; Н.С. Сегеда – ст. викладач; Н.В. Балейко – пров. інж; Н.С. Ядечко – пров. інж; О.В. Пелех – лаборант.

Адреса

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Оргкомітету:

Кафедра обчислювальної математики та математичної кібернетики

пр. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна

телефон: +38056 7451411

e-mail: mpzis@i.ua

URL : mpzis.dnu.dp.ua

© Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, 2017

ОБ ОДНОМ КЛАСЕ ЗАДАЧ РАВНОВЕСНОЙ УПАКОВКИ С УЧЕТОМ ЗОН ЗАПРЕТА

Карташов А.В., Коробчинский К.П., Яковлев С.В.
 alexeykartashov@gmail.com, kirill.korobchinskiy@gmail.com,
 svsyak7@gmail.com

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского
«Харьковский авиационный институт»*

В докладе описывается постановка и метод решения следующей задачи равновесной упаковки. Рассмотрим в пространстве R^3 шар S_0 радиуса r_0 с центром в точке $p^0 = (0, 0, 0)$ и совокупность n шаров $S_i, i \in J_n$, радиусы r_i и массы u_i которых заданы. Упаковку шаров $S_i, i \in J_n$ в шаре S_0 назовем равновесной, если центр тяжести семейства шаров совпадает с центром шара S_0 . Положение шаров S_i в пространстве задается параметрами размещения $p^i = (x_i, y_i, z_i), i \in J_n$, совпадающими с координатами их центров в R^3 . Зафиксируем параметры размещения $p^{0i} = (x_{0i}, y_{0i}, z_{0i})$ шаров $S_i, i \in J_k, k < n$. Требуется найти такие параметры размещения $p^i = (x_i, y_i, z_i), i \in J_n/J_k$, которые обеспечивают равновесную упаковку шаров $S_i, i \in J_n$ в шаре S_0 минимального радиуса r_0 . Нетрудно видеть, что такая задача может рассматриваться как задача равновесной упаковки при наличии зон запрета.

Математическая постановка задачи имеет вид

$$r_0 \rightarrow \min \tag{1}$$

при ограничениях

$$x_{0i}^2 + y_{0i}^2 + z_{0i}^2 \leq (r_0 - r_{0i})^2, i \in J_k, \tag{2}$$

$$x_i^2 + y_i^2 + z_i^2 \leq (r_0 - r_i)^2, i \in J_n/J_k \tag{3}$$

$$(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2 \geq (r_i - r_j)^2, i, j \in J_n/J_k, i < j, \tag{4}$$

$$(x_i - x_{0j})^2 + (y_i - y_{0j})^2 + (z_i - z_{0j})^2 \geq (r_i - r_{0j})^2, i \in J_n/J_k, j \in J_k, \tag{5}$$

$$\sum_{i=1}^k x_{0i} u_{0i} + \sum_{i=k+1}^n x_i u_i = 0, \quad \sum_{i=1}^k y_{0i} u_{0i} + \sum_{i=k+1}^n y_i u_i = 0,$$

$$\sum_{i=1}^k z_{0i} u_{0i} + \sum_{i=k+1}^n z_i u_i = 0. \quad (6)$$

Условия (2) и (3) описывают принадлежность шару S_0 областей запрета $S_i, i \in J_k$ и размещаемых шаров $S_i, i \in J_n/J_k$. Условия (4) и (5) задают условия попарного непересечения размещаемых шаров между собой и с областями запрета. Равенства (6) описывают условия равновесной упаковки.

Таким образом, имеем задачу математического программирования с $3(n-k)+1$ переменными $r_0, x_i, y_i, z_i, i \in J_n/J_k$. В приведенной постановке радиусы $r_i, i \in J_n$ и массы $u_i, i \in J_n$ шаров являются константами. Зафиксируем $r_i^0 = r_i, u_i^0 = u_i, i \in J_n/J_k$ и, не теряя общности, положим, что радиусы упорядочены по возрастанию.

В соответствии с методом расширения пространства [1] ослабим ограничения на радиусы шаров $r_i, i \in J_n/J_k$ и будем считать их независимыми переменными. Построим такой интерполяционный полином $u = f(r)$ (в общем случае $(n-1)$ -ой степени), что для пар точек (r_i^0, u_i^0) будут выполняться условия

$$u_i^0 = f(r_i^0), \quad i \in J_n/J_k. \quad (7)$$

Сформируем систему ограничений

$$\sum_{i=k+1}^n r_i = \sum_{i=k+1}^n r_i^0, \quad (8)$$

$$\sum_{i \in \Omega} r_i \geq \sum_{i=1}^{|\Omega|} r_{k+i}^0, \quad \forall \Omega \subset J_n/J_k, \quad (9)$$

$$\sum_{i=k+1}^n (r_i - \tau)^2 = \sum_{i=k+1}^n (r_i^0 - \tau)^2, \quad (10)$$

$$\text{где } \tau = \frac{1}{n-k} \sum_{i=k+1}^n r_i^0.$$

Система уравнений и неравенств (7)-(10) описывает множество всевозможных перестановок из чисел $\{r_{k+1}^0, r_{k+2}^0, \dots, r_n^0\}$. Таким образом, метод искусственного расширения пространства позволил сформировать задачу (1)-(10) в пространстве переменных $r_0, x_i, y_i, z_i, r_i, u_i, i \in J_n/J_k$.

Существенным достоинством формализации задачи равновесной упаковки шаров в виде (1) - (10) является тот факт, что задача является квадратичной. Однако количество линейных ограничений в системе (8), (9) равно 2^{n-k} . Поэтому реализация классических методов нелинейной оптимизации ограничивается размерностью задачи. Вместе с тем учет свойств линейных и квадратичных функций на комбинаторных многогранниках позволяет в ряде случаев обходить возникающие трудности [2].

Задачи равновесной упаковки имеет широкое практическое приложение и достаточно широко исследуются в современной литературе [3,4]. Заметим, что использование радиусов как независимых переменных в рамках иного концептуального подхода к решению некоторых классов задач упаковки рассмотрены в [5] и подтвердили перспективность указанного направления.

1. **Yakovlev S.V.** The method of artificial space dilation in problems of optimal packing of geometric objects // *Cybernetics and Systems Analysis*. – 2017. – 53(5). – P. 725-732.
2. **Pichugina O.S., Yakovlev S.V.** Continuous Representations and Functional Extensions in Combinatorial Optimization // *Cybernetics and Systems Analysis*. - 2016. - 52(6). - P. 921–930.
3. **Fasano G.** Optimized Packings and Their Applications / G. Fasano, J. D. Pintér (Eds.). – Springer Opt. and its Appl. 105, 2015.
4. **Stetsyuk P.I., Romanova T.E., Scheithauer G.** On the global minimum in a balanced circular packing problem // *Optimization Letters*. – 2015. – 10 (6). – P. 1347–1360.
5. **Stoyan Yu.G., Scheithauer G., Yaskov G.N.** Packing Unequal Spheres into Various Containers // *Cybernetics and Systems Analysis*.- 2016. - 52(3). –P. 419–426.

40. Долгов В.М. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ СУЧАСНИХ ФОРМАХ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ	73
41. Евдокименко Н.С. КЛАССИФИКАЦИЯ НАБОРА ТЕКСТОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ	75
42. Зайцев Є.О. МОДЕЛЬ ЗМІНИ ПОВІТРЯНОГО ЗАЗОРУ В ГІДРО- ТА ТУРБОГЕНЕРАТОРАХ	77
43. Земляной А.Д. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «ДЕТСКИЙ КЛУБ»	79
44. Карпов И.А., Лесной В.И., Антоненко С.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТЕКСТНО-СВОБОДНЫХ ГРАММАТИК ПРИ НАПИСАНИИ ТРАНСЛЯТОРА ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PHP В GO	81
45. Карташов А.В., Коробчинский К.П., Яковлев С.В. ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ЗАДАЧ РАВНОВЕСНОЙ УПАКОВКИ С УЧЕТОМ ЗОН ЗАПРЕТА	83
46. Кириленко Р. В., Гук Н. А. КЛАСИФІКАЦІЯ ЕМОЦІЙНИХ РЕАКЦІЙ ЛЮДИНИ ПРИ ПЕРЕГЛЯДІ ЗОБРАЖЕНЬ	86
47. Кісельова О.М., Булавка О.С. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ РОБОТИ R-АЛГОРИТМУ	88
48. Кісельова О.М., Гарт Л.Л., Довгай П.О. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СІТКОВИХ АЛГОРИТМІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛІПТИЧНОЮ СИСТЕМОЮ	89
49. Кісельова О.М., Мальцев М.Я. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ПОШУКУ ПО ДЕФОРМОВАНОМУ БАГАТОГРАННИКУ	91
50. Кісельова О.М., Матяш В.В. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ-РОЗБИТТЯ	92
51. Кісельова О.М., Притоманова О.М., Падалко В.Г. МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПОРТНИХ ВІДНОСИН МІЖ УКРАЇНОЮ ТА КИТАЄМ НА ОСНОВІ НЕЙРОНЕЧІТКИХ ТЕХНОЛОГІЙ	94
52. Кісельова О.М., Стрєєва В.О. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РЕКРЕАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ	96
53. Kovalenko A., Urniaieva I., Shekhovtsov S. MULTICRITERIA OPTIMISATION BALANCE PACKING PROBLEM	97
54. Колотило Н.М., Стовпиченко І.В. WEB MINING СОЦІАЛЬНИХ ГРУПП	98
55. Комяк В.М., Данилин А.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНО-ПОТОЧНОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ	100
56. Корчинский В.М. ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ИНВАРИАНТНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК	102
57. Кравець П.О. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІГРОВОГО АГЕНТА ВИБОРУ ВАРІАНТІВ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	104