

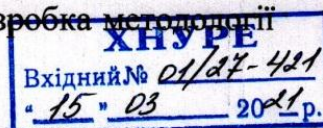
## ВІДГУК

офіційного опонента Семенової Наталії Володимирівни, доктора фізико-математичних наук, старшого наукового співробітника, провідного наукового співробітника відділу методів дискретної оптимізації, математичного моделювання та аналізу складних систем Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України на дисертаційну роботу Урняєвої Інни Анатоліївни на тему: «Оптимізаційні задачі завантаження контейнерів: математичні моделі, методи розв'язання і застосування», подану до захисту в спеціалізовану вчену раду ДФ 64.052.001 у Харківському національному університеті радіоелектроніки на здобуття ступеня доктора філософії у галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 124 – Системний аналіз

Актуальність обраної теми. Актуальність задач завантаження контейнерів визначається широким застосуванням контейнерів при транспортуванні товарів у міжнародних, регіональних та місцевих перевезеннях. Ці задачі по суті є оптимізаційними та мають велике практичне значення. Ефект від розв'язання задач завантаження контейнерів проявляється як на рівні оптимізації розміщення товарів в одиничному контейнері, так і на рівні оптимізації процесів перевантаження контейнерів на вантажних залізничних станціях та в морських портах. Тому дисертаційна робота І.А. Урняєвої, яка присвячена побудові математичних моделей, у тому числі, комбінаторних, розробці методів та алгоритмів розв'язання оптимізаційних задач завантаження контейнерів, має важливе значення як з наукової, так і з практичної точок зору.

Наукові дослідження в галузі розв'язання комбінаторних екстремальних задач завантаження контейнерів потребують застосування сучасних підходів, зокрема, методів системного аналізу, дослідження операцій, оптимізації, геометричного проектування, створення конструктивних засобів математичного моделювання, орієнтованих на задачі названого класу. Вказані питання знайшли своє відображення в рецензованій дисертації.

Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі прикладної математики Харківського національного університету радіоелектроніки відповідно до освітньо-наукової програми «Системний аналіз» за спеціальністю 124 – Системний аналіз та в рамках науково-дослідної роботи «Розробка методології



і математичних моделей соціально-економічних систем при реалізації концепції їх стійкого розвитку».

Виходячи з цього, можна зробити висновок про актуальність дисертаційної роботи І.А. Урняєвої.

Структура та зміст дисертаційної роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та додатків.

У вступі відображено актуальність роботи, сформульовано мету роботи, нові наукові результати, практичну значимість роботи, наведено інформацію про апробацію й впровадження результатів.

Перший розділ містить огляд літературних джерел щодо оптимізаційних задач завантаження контейнерів та їх застосування. Здійснено системний аналіз проблеми завантаження контейнерів на рівні глобальної системи контейнерних перевезень та на рівні завантаження одиничних контейнерів, які мають різні геометричні форми та розміри, об'єктами різних форм та розмірів. Дано огляд методів геометричного проектування, які дозволяють описувати та розв'язувати задачі завантаження контейнерів як оптимізаційні задачі розміщення геометричних об'єктів з урахуванням геометричних та механічних обмежень. Формулюються постановка задачі досліджень та математична модель загальної оптимізаційної задачі завантаження контейнерів.

В другому розділі досліджено задачу побудови рівноважної компоновки 3D-об'єктів в контейнері, який розділено горизонтальними стелажми на підконтейнери. Введено множину комбінаторних конфігурацій, що дозволяє описати комбінаторну структуру зазначеної задачі. Розроблено математичні моделі низки задач побудови рівноважної компоновки 3D-об'єктів в контейнері, які враховують різні форми контейнерів та розміщуваних об'єктів, геометричні обмеження та баланс системи, комбінаторні особливості, пов'язані з генерацією розбиття множини об'єктів, що розміщуються всередині підконтейнерів, мінімальні та максимальні допустимі відстані між об'єктами всередині контейнера, багатокритеріальність тощо.

Запропоновано стратегію розв'язання задачі побудови рівноважної компоновки, яка містить етапи генерації кортежів розбиття, побудови стартових точок з області допустимих рішень та локальної оптимізації. Використовується принцип мультистарту для пошуку «хороших» допустимих розв'язків. Стратегію реалізовано програмно та представлено результати обчислювальних експериментів.

Третій розділ присвячено математичному моделюванню та розв'язанню нової задачі пакування для набору груп, що складаються з опуклих тривимірних об'єктів, основами яких є опуклі двовимірні фігури (наприклад, кола, еліпси або опуклі багатокутники), в прямокутному контейнері. Задача полягає в побудові максимально розрідженої компоновки для груп об'єктів, з урахуванням обмежень їх неперетинання та включення у контейнер.

Побудовано математичну модель задачі у вигляді нелінійної неперервної неопуклої задачі оптимізації. Розроблено алгоритм пошуку локально-оптимальних розв'язків задачі упаковки груп об'єктів. Для демонстрації ефективності запропонованого підходу представлено результати обчислень.

В четвертому розділі досліджено задачі підвищення ефективності роботи залізничного контейнерного терміналу. Представлено аналіз проблеми побудови оптимального розкладу обслуговування потягів і оптимізації розміщення контейнерів на залізничних платформах та в зоні зберігання на залізничному контейнерному терміналі. Запропоновано стратегію розв'язання задачі на різних рівнях деталізації. Розроблено комбінаторні оптимізаційні моделі задачі на двох рівнях, досліджено їх властивості, представлено приклади.

Представлено рекомендації щодо використання запропонованих в роботі алгоритмів розв'язання задач завантаження контейнерів в Регіональній інформаційно-аналітичній підсистемі з надзвичайних ситуацій.

У додатках представлено, зокрема, акт про використання отриманих результатів у навчальному процесі.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень. На основі коректної постановки задачі дослідження автором забезпечено обґрунтованість та достовірність результатів шляхом строгого доведення тверджень, що є основою запропонованих засобів математичного моделювання та методів розв'язання поставлених у роботі задач компоновки для груп об'єктів, з урахуванням обмежень їх неперетинання та включення у контейнер. Достовірність результатів дисертаційної роботи підтверджується експериментальними дослідженнями на основі комп'ютерної реалізації, виконаної з урахуванням сучасних досягнень інформаційних технологій.

Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій, які одержані в роботі, полягає в розвитку сучасних комп'ютерних технологій, зокрема, математичних моделей, методів, алгоритмів та програм, для розв'язання задач проектування оптимального завантаження контейнерів з урахуванням геометричних обмежень та умов балансу.

1. Вперше визначено комбінаторні конфігурації, які дозволяють описати комбінаторну структуру задачі оптимального рівноважного завантаження 3D об'єктів (вантажів) у контейнері, розділеному горизонтальними стелажми на підконтейнери.

2. Вперше побудовано математичну модель задачі оптимального рівноважного завантаження 3D об'єктів, яка на відміну від інших дозволяє врахувати не тільки геометричні обмеження та баланс системи, але й комбінаторні особливості, пов'язані з генерацією розбиття множини об'єктів, що розміщуються всередині підконтейнерів.

3. Вперше побудовано математичну модель у вигляді задачі нелінійного програмування для оптимізації компонування груп об'єктів (вантажів) у прямокутному контейнері, що дозволяє застосування сучасних НЛП-розв'язувачів для її розв'язання.

4. Вперше запропоновано швидкий метод генерації допустимих стартових точок для прискорення процедури локальної оптимізації та

поліпшення значення функції цілі в задачі оптимізації компонування груп об'єктів (вантажів) у прямокутному контейнері.

5. Отримали подальший розвиток стратегії, моделі та методи розв'язання задач розміщення контейнерів в процесі їх перевантаження в частині побудови математичної моделі задачі розміщення контейнерів на залізничному терміналі та врахування геометричних та технологічних властивостей для її розв'язання, що дозволяє знизити загальну вартість контейнерних операцій на залізничному терміналі.

Важливість отриманих результатів для науки і практики полягає у наступному. Отримані в дисертації результати є внеском у розвиток сучасних комп'ютерних технологій для розв'язання задач проектування оптимального завантаження контейнерів з урахуванням геометричних обмежень та умов балансу. Запропоновані методи математичного моделювання характеризуються спільністю, інваріантністю й дозволяють розширити клас розв'язуваних задач. Крім того, важливо відзначити, що теоретичні результати роботи стали основою для створення програмних засобів розв'язання конкретних задач побудови рівноважних компонок 3D-об'єктів в контейнері, що є джерелом підвищення ефективності розв'язків. Таким чином, і практична значимість результатів є досить високою.

Повнота викладення результатів в опублікованих працях. Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи І.А. Урняєвої достатньо повно викладені у 18 наукових працях, у тому числі 4 статтях у періодичних наукових виданнях (серед них 1 стаття у виданні, включеному до переліку наукових фахових видань України категорії "А" та індексованому у Scopus, 2 статті у періодичних наукових виданнях інших держав, які індексуються у Scopus, 1 стаття у науковому виданні, включеному до переліку наукових фахових видань України категорії "Б"), 2 розділах в колективних монографіях, які індексуються у Scopus, та 12 тезах доповідей, серед яких 4 індексовано у Scopus. Матеріали дисертації були апробовані на науково-технічних конференціях та науковому семінарі.

Рекомендації щодо використання результатів дисертації. Є доцільним використання отриманих автором результатів на підприємствах та в організаціях, які займаються створенням інтелектуальних систем для розв'язання задач завантаження контейнерів у різних галузях народного господарства. Результати дисертаційної роботи можуть бути впроваджені у навчальний процес вищих навчальних закладів, які готують фахівців з нових інформаційних технологій.

Академічна доброчесність.

У дисертаційній роботі та у публікаціях, що містять основні результати наукових досліджень І.А. Урняєвої, порушень принципів академічної доброчесності (плагіату та самоплагіату, фабрикації та фальсифікації) не виявлено.

Як зауваження до роботи слід відмітити таке.

1. В оглядовій частині роботи достатньо представлено засоби математичного моделювання задач оптимального завантаження контейнерів; слід було б більшою мірою висвітлити також існуючі методи розв'язання задач зазначеного класу.

2. В другому розділі дисертації при побудові математичних моделей задач оптимального рівноважного завантаження 3D об'єктів вважається, що контейнер розділений горизонтальними стелажми, які знаходяться на фіксованих відстанях один від одного. Доцільно було б узагальнити модель на випадок, коли відстані між стелажми є керованими змінними.

3. В третьому розділі задачу оптимізації компоновки груп об'єктів (вантажів) розв'язано лише для прямокутного контейнера. Баажано було б передбачити розв'язання задачі також і для контейнерів, які мають інші геометричні форми.

4. В четвертому розділі дисертації побудовано математичну модель задачі розміщення контейнерів при експлуатації залізничного терміналу, але не запропоновано методу її аналізу. Натомість наведено лише результати числових експериментів з розробленою моделлю.

Наведені зауваження не мають принципового характеру та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок. Вважаю, що дисертаційна робота «Оптимізаційні задачі завантаження контейнерів: математичні моделі, методи розв'язання і застосування» є завершеною науково-дослідною роботою, характеризується єдністю змісту та відповідає принципам академічної доброчесності. Робота має нові обґрунтовані теоретичні та практичні результати, відповідає вимогам «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167 зі змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 979 від 21.10.2020 р. та освітньо-науковій програмі «Системний аналіз» за спеціальністю 124 – Системний аналіз Харківського національного університету радіоелектроніки, а її автор Урняєва Інна Анатоліївна заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 124 – Системний аналіз.

Офіційний опонент,  
провідний науковий співробітник  
відділу методів дискретної оптимізації,  
математичного моделювання та аналізу  
складних систем Інституту кібернетики  
ім. В.М. Глушкова НАН України  
доктор фізико-математичних наук  
старший науковий співробітник



Н.В. Семенова