

ВІДГУК
офіційного опонента
на дисертаційну роботу Урняєвої Інни Анатоліївни
“Оптимізаційні задачі завантаження контейнерів: математичні моделі,
методи розв’язання і застосування”,
що представлена на здобуття наукового
ступеня доктора філософії за спеціальністю
124 – Системний аналіз, галузь знань 12 – Інформаційні технології

1. Актуальність теми. В різних галузях народного господарства виникають задачі, пов’язані з завантаженням різноманітними об’єктами контейнерів, що мають різні геометричні форми. Ці задачі характерні для транспортної логістики, проектування різних технічних пристроїв в машинобудуванні тощо. Системний аналіз та математичне моделювання проблеми завантаження контейнерів передбачають створення ефективних методів оптимізації цього процесу у відповідності з вибраним критерієм оптимальності. Оптимізаційні задачі завантаження контейнерів можуть бути віднесені до класу задач геометричного проектування.

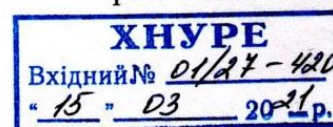
Більшість задач геометричного проектування характеризуються дискретно-неперервною природою та жорсткою системою обмежень і за своєю структурою є комбінаторними, а їх математичні моделі зводяться до відповідних класів задач комбінаторної оптимізації. У зв’язку з розширенням спектру задач завантаження контейнерів, що потребують розв’язання, виникла необхідність побудови математичних моделей, що не належать до відомих класів, з урахуванням додаткових умов, зокрема, геометричних та механічних. Тому дисертаційна робота І.А. Урняєвої, яку присвячено створенню комп’ютерних технологій розв’язання оптимізаційних задач завантаження контейнерів, є актуальною.

2. Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота І.А. Урняєвої виконувалася в період з 2016 р. по 2020 р. у Харківському національному університеті радіоелектроніки на кафедрі прикладної математики відповідно до плану НДР університету «Розробка методології і математичних моделей соціально-економічних систем при реалізації концепції їх стійкого розвитку» (ДР № 0115U001522) та освітньо-наукової програми «Системний аналіз» за спеціальністю 124 – Системний аналіз.

3. Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Висновки і результати дисертації в частині розроблених автором математичних моделей та методів в цілому справляють враження добре обґрунтованих коректним використанням методів геометричного проектування, комбінаторики та оптимізації. Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечується коректною



постановкою загальної задачі завантаження контейнерів, підтверджується доведенням тверджень щодо засобів математичного моделювання відношень об'єктів у задачі групової компоновки, чисельними дослідженнями розроблених моделей.

Таким чином, можна стверджувати, що вихідні положення дисертації є коректними, одержані результати, висновки і рекомендації логічно та математично аргументовані, їх достовірність підкріплюється перевіркою працездатності моделей, методів та програмних засобів.

4. Новизна наукових положень і висновків

В результаті виконання наукових досліджень в дисертаційній роботі отримали подальший розвиток комп'ютерні технології, орієнтовані на розв'язання задач проектування оптимального завантаження контейнерів з урахуванням геометричних обмежень та умов балансу.

В ході досліджень сформульовано нові наукові положення і висновки, отримано ряд нових результатів, що мають суттєве значення. При цьому:

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 компоновки 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 компоновки 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.

5. Практична значимість і шляхи використання результатів.

Результати, які отримано в дисертаційній роботі І.А. Урняєвої, є подальшим розвитком геометричного проектування в частині математичного моделювання та розв'язання оптимізаційних задач

завантаження контейнерів. Результати роботи дозволяють будувати адекватні математичні моделі, як відомих оптимізаційних задач завантаження контейнерів як геометричного проектування, так і нових.

Практична цінність отриманих у роботі результатів полягає в можливості практичного застосування створених моделей, розроблених методів та алгоритмів для розв'язання задач оптимального завантаження контейнерів з метою підвищення ефективності діяльності транспортних компаній. Крім того, пропонується використання результатів роботи в підсистемі "Планування заходів і підготовка рішень" Регіональної інформаційно-аналітичної підсистеми з надзвичайних ситуацій.

Результати дисертаційної роботи, що стосуються сучасних комп'ютерних технологій побудови оптимальних компоновок у проектуванні використано в освітньому процесі Харківського національного університету радіоелектроніки, зокрема, у навчальній дисципліні «Моделі та методи прийняття рішень в системному проектуванні» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Моделі, методи, алгоритми та програми, розроблені в роботі, припускають їх інтеграцію в існуючі та розроблювані програмні комплекси, орієнтовані на розв'язання оптимізаційних задач завантаження контейнерів, які виникають в різних галузях і можуть бути застосовані у науково-дослідних, проектно-конструкторських та транспортних організаціях.

6. Зміст, завершеність, стиль викладу, публікації, апробація.

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел з 158 найменувань та 2 додатків. Оформлення дисертації виконано відповідно до діючих вимог.

У вступі показано актуальність проблеми, сформульовано мету та задачі дослідження, наукову новизну, практичну цінність роботи. Відзначається особистий внесок автора та апробація результатів роботи.

Перший розділ містить огляд широкого класу практично-важливих задач завантаження контейнерів, які зводяться до класу задач геометричного проектування. Проведено системний аналіз проблеми завантаження контейнерів, дано огляд основних типів та геометричних форм найбільш розповсюджених контейнерів. Розглянуто методологію математичного моделювання відношень об'єктів у геометричному проектуванні, що використовує метод ϕ -функцій, розглянуті комбінаторні властивості цього класу задач. Наведено достатньо повний огляд публікацій з проблем перевантаження контейнерів на контейнерних терміналах та завантаження одиничних контейнерів, в тому числі, в задачах проектування. Сформульовано постановку задачі дослідження, побудовано математичну модель загальної оптимізаційної задачі завантаження контейнерів.

У другому розділі аналізується задача побудови рівноважної компоновки контейнерів різних геометричних форм, розділених стелажми на підконтейнери. Побудовано множину комбінаторних конфігурацій, яка описує впорядкований розподіл об'єктів у підконтейнерах та складає основу оптимізаційних моделей задач рівноважної компоновки контейнерів. Розроблено математичні моделі задачі побудови рівноважної компоновки контейнерів, які відрізняються наявністю додаткових геометричних та балансових умов та врахуванням багатокритеріальності. Запропоновано стратегію розв'язання оптимізаційної задачі побудови рівноважної компоновки контейнерів. Здійснено програмну реалізацію стратегії, представлено результати обчислювальних експериментів.

У третьому розділі досліджено задачу упаковки груп об'єктів у прямокутному контейнері. Передбачається пакування набору груп, що складаються з опуклих тривимірних об'єктів, основами яких є опуклі двовимірні фігури (кола, еліпси, опуклі багатокутники тощо). Ця задача зводиться до двовимірної задачі розміщення і належить до нового класу задач розміщення об'єктів у геометричному проектуванні. Для математичного моделювання задачі упаковки груп об'єктів у прямокутному контейнері введено нові конструктивні засоби опису обмежень розміщення в аналітичному вигляді – ϕ -функції та квазі- ϕ -функції для пар різних форм опуклих об'єктів. Побудовано математичну модель задачі компоновки груп об'єктів. Розроблено ефективний підхід до розв'язання задачі, який використовує новий алгоритм для створення допустимих стартових розв'язків з метою знаходження локальних екстремумів задачі. Виконано програмну реалізацію розробленого підходу, представлено результати обчислювальних експериментів.

Четвертий розділ присвячено математичному моделюванню та розв'язанню задач завантаження контейнерів при експлуатації залізничного контейнерного терміналу. В якості основної виділено проблему побудови оптимального розкладу (послідовності та часових проміжків) обслуговування вантажних потягів і оптимізації розміщення контейнерів на залізничних платформах та в зоні зберігання на залізничному контейнерному терміналі. Представлено подальший розвиток підходів до розв'язання цієї відомої задачі на різних рівнях деталізації. Побудовано комбінаторні оптимізаційні моделі задачі на двох рівнях, обговорено їх властивості, представлено приклади. Показано застосування задач завантаження контейнерів в логістичних процесах попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій.

У додатках подано акт про впровадження отриманих результатів у освітній процес Харківського національного університету радіоелектроніки.

У цілому дисертація має досить логічну структуру, її мова відповідає рівню науково-технічних видань, термінологія використовується коректно, стиль викладу зручний для аналізу, ясний для розуміння.

Слід зазначити, що більшість висновків до розділів сформульовано не як прості анотації результатів, а як наукові положення, що дозволяють оцінити особистий внесок автора, ступінь новизни та значимості.

Ознайомлення з дисертацією та копіями публікацій дозволяє зробити висновок про необхідну повноту опублікування наукових результатів у регламентованих виданнях. Результати дисертації висвітлені в статтях і доповідях, що включають 18 найменувань, у тому числі 6 – у виданнях, які відповідають п. 11 «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., з яких 5 публікацій проіндексовано у наукометричній базі Scopus.

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

За об'єктом і методами досліджень, а також за отриманими результатами дисертація відповідає спеціальності 124 – Системний аналіз.

7. Зауваження по дисертаційній роботі.

1. В першому розділі роботи при огляді проблем завантаження контейнерів в різних сферах застосування основну увагу приділено сфері логістики, тоді як актуальні задачі завантаження контейнерів при проектуванні в машинобудуванні висвітлено недостатньо детально.

2. У третьому розділі досліджено задачу пакування набору груп, що складаються тільки з опуклих тривимірних об'єктів, основами яких є опуклі двовимірні фігури. Доцільно було б розглянути більш загальну задачу пакування груп складених, в загальному випадку, неопуклих об'єктів в контейнери, що мають різні форми.

3. Дисертаційна робота містить багато числових прикладів розв'язання задач оптимального завантаження контейнерів з відповідними графічними ілюстраціями, але в роботі відсутні порівняння отриманих результатів з відомими, що знижує можливості оцінки ефективності представлених розв'язків.

4. В четвертому розділі описано можливість використання запропонованих в роботі алгоритмів розв'язання задач завантаження контейнерів в Регіональній інформаційно-аналітичній підсистемі з надзвичайних ситуацій. При цьому можливості використання результатів роботи представлено недостатньо детально, доцільно було б описати конкретні процеси завантаження та обробки контейнерів, що мають бути оптимізовані в системі.

8. Висновки по роботі. Наведені вище зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертації, що аргументована в попередніх розділах відгуку. Дисертації притаманна чітка логіка досягнення поставленої автором мети. Науковий рівень дисертації є високим і відповідає пунктам 10–12 «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.

Вважаю, що дисертаційна робота “Оптимізаційні задачі завантаження контейнерів: математичні моделі, методи розв’язання і застосування”, являє собою завершене дослідження, у якому одержані нові науково обґрунтовані теоретичні результати, які у сукупності є подальшим розвитком комп’ютерних технологій розв’язання задач проектування оптимального завантаження контейнерів з урахуванням геометричних та балансових обмежень в рамках теорії геометричного проектування, а її автор Урняєва Інна Анатоліївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 124 – Системний аналіз у галузі знань 12 – Інформаційні технології.

Офіційний опонент,

професор кафедри фізико-математичних
дисциплін Національного університету
цивільного захисту України,
доктор технічних наук, професор

Валентина КОМЯК

Підпис засвідчую,

Вчений секретар

Національного університету цивільного захисту України,
канд. психол. наук, С.Н.С.



Андрій ПОБІДАШ