

ВІДГУК

офіційного опонента, завідувача кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова, доктора фізико-математичних наук, професора, **Новожилової Марини Володимирівни** на дисертаційну роботу Сергєєва Олексія Сергійовича «Моделі і методи прийняття рішень для аналізу і планування матеріальних потоків у системах медичної логістики», подану до захисту в разову спеціалізовану раду на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 124 Системний аналіз.

Актуальність теми дисертації.

Дослідження за тематикою дисертаційної роботи «Моделі і методи прийняття рішень для аналізу і планування матеріальних потоків у системах медичної логістики» на теперішній час є актуальними з урахуванням низки чинників. По-перше, актуальність дослідження зумовлена зростаючою потребою в ефективному управлінні матеріальними потоками у системах медичної логістики, що особливо загострюється під час виникнення кризових ситуацій. По-друге, у таких умовах спостерігається різке підвищення попиту на лікарські засоби та вироби медичного призначення, що вимагає своєчасного та узгодженого прийняття управлінських рішень. Крім того, актуальність проблематики пов'язана з необхідністю формування більш стійкої та адаптивної логістичної інфраструктури, здатної функціонувати за умов змінної структури попиту та обмежених ресурсів. На доданок, наявні підсистеми медичної логістики не забезпечують комплексного та науково обґрунтованого підходу до вирішення зазначених завдань, що зумовлює потребу у розробці нових моделей і підходів до прийняття рішень.

Структура та зміст дисертаційної роботи. Представлена робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел

та додатків. Для досягнення цілей дослідження, здобувачем були поставлені наукові завдання, що включають аналіз сучасного стану й особливостей функціонування системи медичної логістики в кризових умовах та узагальнення існуючих моделей, методів і інформаційних технологій розв'язання транспортно-логістичних задач і задач розміщення-активації; розроблення математичних моделей багатоетапного розподілу лікарських засобів і підходів до розв'язання задач розміщення-активації з визначенням зон обслуговування центрів дистрибуції; проведення обчислювальних і експериментальних досліджень з метою перевірки адекватності моделей, коректності роботи алгоритмів та оцінки їх ефективності; розроблення та впровадження програмного забезпечення для підвищення ефективності функціонування транспортно-логістичних систем медичної логістики.

У результаті виконання поставлених завдань автору вдалося послідовно розкрити предмет дослідження й сформулювати нові науково обґрунтовані положення та висновки.

У **вступі** визначено актуальність теми, сформульовано мету й завдання роботи, розкрито об'єкт і предмет дослідження, а також наведено основні положення наукової новизни та практичної значущості.

У **першому розділі** виконано аналіз сучасних підходів до розв'язання задач розміщення та активації в логістичних системах. Виявлено обмеження існуючих підходів щодо врахування великої кількості споживачів і комбінованих варіантів розміщення-активації на різних етапах. Запропоновано класифікацію методів та обґрунтовано доцільність інтеграції неперервних моделей і метаевристичних підходів для розв'язання багатоетапних задач із визначенням зон обслуговування.

У **другому розділі** виконано системний аналіз розподільчих процесів медичної логістики на регіональному рівні. Ідентифіковано ключові компоненти системи та проаналізовано алгоритм її функціонування в кризових умовах, що дозволило виявити низку слабких місць, зокрема недостатнє врахування просторових і логістичних факторів та обмежене

використання математичних і комп'ютерних методів. Показано, що виявлені обмеження призводять до зростання транспортно-логістичних витрат і зниження оперативності медичного забезпечення, у зв'язку з чим сформульовано проблему масштабування системи медичної логістики, що потребує формалізованого розв'язання.

У **третьому розділі** розширено клас багатоетапних задач розміщення-розподілу шляхом введення неперервно-дискретних задач розміщення-активації та запропоновано їх класифікацію. Розроблено дискретну та неперервно-дискретні математичні моделі процесу багатоетапного розподілу лікарських засобів з урахуванням транспортних і операційних витрат. Обґрунтовано, що комбінований характер задачі суттєво ускладнює процес розв'язання та потребує застосування ефективних обчислювальних методів.

У **четвертому розділі** запропоновано два підходи до розв'язання задач розміщення-активації, що базуються на поєднанні еволюційних алгоритмів і методів оптимального розбиття множин. Перший підхід реалізує дворівневу схему з послідовним визначенням зон обслуговування та подальшою активацією центрів, тоді як у другому підході задача оптимального розбиття множин з додатковими зв'язками інтегрується в процес оцінювання розв'язків еволюційного алгоритму. За результатами експериментального порівняння показано, що перший підхід забезпечує швидке отримання наближених рішень, а другий – дозволяє зменшити значення цільового функціоналу та є доцільним для задач стратегічного планування.

У **п'ятому розділі** проведено експериментальне дослідження параметрів генетичного алгоритму для багатоетапної задачі розміщення-активації на моделях з різною кількістю центрів та виконано оцінку емпіричної часової складності, яка має поліноміальний характер і узгоджується з теоретичними оцінками. Встановлено, що основний вплив на зростання обчислювальних витрат має кількість центрів дистрибуції, тоді як вплив кількості регіональних і субрегіональних центрів є близьким до лінійного. Розв'язання модельних і практичних задач з використанням

реальних даних підтвердило практичну застосовність запропонованих моделей та алгоритмів.

У **висновках** підсумовано результати дослідження та сформульовано основні положення наукової новизни й практичної значущості. У **додатках** представлено, зокрема, список публікацій здобувача, авторське свідоцтво та акти впровадження результатів дисертаційного дослідження: у закладі охорони здоров'я регіонального рівня (із застосуванням програмної реалізації алгоритму розв'язання багатоетапної неперервно-дискретної задачі розміщення-активації для масштабування інфраструктури медичної логістики); у Придніпровському науковому центрі (для експериментального дослідження роботи алгоритму на модельних і практичних задачах з метою визначення рекомендованих вхідних параметрів); у НТУ «Дніпровська політехніка» (у навчальному процесі на кафедрі системного аналізу та управління під час підготовки здобувачів вищої освіти).

Ступінь обґрунтованості, новизни та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі, обумовлені використанням сучасних методів експериментальних досліджень і апробованих програмних засобів для обробки отриманих результатів.

До основних результатів, що визначають наукову новизну роботи, належать:

- уперше запропоновано неперервно-дискретні математичні моделі багатоетапного розподілу ліків і виробів медичного призначення, що забезпечують раціональне розміщення центрів дистрибуції, визначення зон обслуговування та плану перевезень;
- уперше розроблено комбінований підхід до розв'язання задач розміщення-активації на основі поєднання еволюційних алгоритмів і методів оптимального розбиття множин;
- набули подальшого розвитку засоби комп'ютерного моделювання завдяки інтеграції ГІС із програмною реалізацією алгоритмів розв'язання багатоетапних неперервно-дискретних задач розміщення-активації;

- розширено клас багатоетапних задач розміщення-розподілу шляхом включення неперервно-дискретних задач розміщення-активації;
- удосконалено підходи до функціонування системи медичної логістики за рахунок використання математичних моделей і оптимізаційних методів реагування на критичні ситуації;
- удосконалено еволюційні методи розв'язання багатоетапних задач розміщення-активації шляхом розробки рекомендацій щодо вибору параметрів і процедур алгоритмів.

Повнота викладення результатів в опублікованих працях.

Результати дисертаційного дослідження повністю відображено у публікаціях автора, які включають 6 статей, у тому числі 1 стаття, індексована в базі Web of Science, та 5 статей у фахових виданнях МОН України категорії «Б» за спеціальністю 124 Системний аналіз, а також 1 авторське свідоцтво і 13 публікацій у матеріалах всеукраїнських та міжнародних конференцій.

Практична цінність дисертаційної роботи. Результати дисертаційного дослідження можуть бути використані для підвищення ефективності та масштабування інфраструктури системи медичної логістики в кризових умовах, а також для розв'язання багатоетапних неперервно-дискретних задач розміщення-активації з визначенням зон обслуговування у різних галузях, зокрема в аграрному секторі, видобувній промисловості та гірничо-металургійному комплексі. Практичне застосування результатів реалізовано у вигляді програмного забезпечення з інтерфейсом користувача та можливістю географічної візуалізації отриманих рішень.

Дискусійні положення та зауваження по дисертації.

1. Доцільним було б розширення експериментальних досліджень шляхом аналізу залежності часу розв'язання задачі від рівномірності попиту кінцевих споживачів.
2. У роботі не висвітлено, чому обрано саме такий спосіб кодування і декодування хромосом, попри те що це є важливим аспектом, оскільки вибір способу подання розв'язку суттєво впливає на розмір простору

пошуку, ефективність генетичних операторів, швидкість збіжності алгоритму та обчислювальну складність процесу розв'язання.

3. Доречніше було б більш чітко розмежувати та пояснити використаних метрик відстані під час розв'язання практичних задач із реальними даними з огляду на кожний етап розв'язання задачі.
4. У роботі використовується поняття розмірності задачі при дослідженні розв'язання модельних задач. Водночас саме вживання цього терміну може викликати двозначність у тлумаченні, зокрема щодо того, чи йдеться про кількість змінних (невідомих) оптимізаційної задачі, чи про кількість центрів, що підлягають розміщенню та/або активації.
5. У тексті дисертаційної роботи простежується стилістична неоднозначність у використанні термінів для позначення об'єкта перевезень: переважно використовується термін «ліки та вироби медичного призначення», однак в окремих місцях застосовуються також терміни «лікарські засоби» (с. 78) та «медикаменти» (с. 64).

Вважаю, що висловлені зауваження мають дискусійний характер, не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок.

Дисертаційна робота Сергєєва Олексія Сергійовича «Моделі і методи прийняття рішень для аналізу і планування матеріальних потоків у системах медичної логістики» за актуальністю тематики, повнотою та обсягом теоретичних і експериментальних досліджень, рівнем наукової новизни і практичної значущості робота становить завершене наукове дослідження та відповідає спеціальності 124 Системний аналіз (галузь знань 12 Інформаційні технології) та вимогам, передбаченим наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (із змінами) та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової

установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. (із змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 502 від 19.05.2023 р. і №507 від 03.05.2024 р.).

Вважаю, що здобувач Сергєєв Олексій Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 124 Системний аналіз.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри комп'ютерних
наук та інформаційних технологій
Харківського національного
університету міського
господарства імені О.М. Бекетова,
доктор фізико-математичних наук,
професор

Марина НОВОЖИЛОВА