

Голові разової спеціалізованої вченої ради

Державного університету

інформаційно-комунікаційних технологій

доктору технічних наук, професору

Замрій Ірині Вікторівні

03110, м. Київ, вул. Солом'янська, 7

ВІДГУК

офіційного опонента – кандидата педагогічних наук, доцента, доцента кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки імені професора Володимира Бурячка Київського столичного університету імені Бориса Грінченка Шевченко Світлани Миколаївни на дисертаційну роботу Балвака Андрія Анатолійовича на тему: «Модель та метод оптимізації обробки інформації в логістичних центрах на основі машинного навчання», подану на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

Актуальність теми дисертації

Сучасний етап розвитку складської логістики характеризується глобальним переходом до концепції Індустрії 4.0, що зумовлює очевидну кризу традиційних підходів. Класичні інструменти управління запасами, такі як ABC, XYZ та VEN-аналіз, створювалися для умов відносно стабільних ринків. Проте у теперішньому динамічному середовищі їхня статичність та ігнорування часової структури попиту призводять до неефективного використання ресурсів і значних фінансово-логістичних втрат, вимагаючи докорінної зміни самого аналітичного апарату. Водночас сучасна оптимізація складів вимагає розв'язання NP-складних задач маршрутизації (TSP, VRP) та

розміщення товарів (SLAP), що робить критично важливим застосування евристичних алгоритмів та машинного навчання. Ефективне впровадження таких інтелектуальних методів стає можливим лише за умови належного освоєння технологій Big Data. Інтернет речей (IoT) та роботизація складських просторів (зокрема, впровадження моделей «Parts-to-Picker») дозволяють генерувати колосальні масиви даних у реальному часі. Проте без відповідного математичного структурування цей потік залишається лише цифровим шумом. Тому розробка та впровадження інтелектуальних методів кластеризації на основі аналізу часових рядів попиту для оптимізації простору та маршрутів є актуальним та вкрай необхідним науково-практичним завданням.

Оцінка обґрунтованості та достовірності наукових положень

Обґрунтованість наукових положень і висновків дисертанта доведена коректним використанням сучасного математичного апарату. Для вирішення поставлених завдань автор вдало поєднав методи системного аналізу, машинного навчання, зокрема, кластеризацію часових рядів та самоорганізовувані карти Кохонена, а також імітаційного моделювання. Достовірність експериментальних результатів підтверджується використанням реального масиву транзакційних даних E-commerce dataset та застосуванням строгих статистичних методів, однофакторного ANOVA та критерію Тьюкі HSD для оцінки значущості отриманих результатів.

Оцінка новизни наукових результатів дисертаційного дослідження

У роботі отримано низку вагомих нових наукових результатів: перше розроблено метод TOASL для інтелектуального розміщення товарів, наукова новизна якого полягає у використанні метрик DTW та SBD для кластеризації часових рядів попиту. Це дозволило сформувати адаптивне відображення «товар–зона» та зменшити довжину маршрутів комплектування. досконалено модель оцінювання ефективності складських операцій, яка тепер базується на багатокритеріальній оптимізації (інтеграція довжини маршрутів комплектування та витрат на первинне розміщення).

досконалено модель інтелектуального управління складськими процесами за рахунок переходу до векторного представлення попиту та застосування карт Кохонена, що підвищило точність кластеризації товарів за профілями попиту.

Практична цінність отриманих результатів

Практична цінність дисертаційної роботи Балвака А.А. полягає у доведенні до рівня впровадження методики TOASL. Її реалізація дозволяє зменшити середню довжину маршрутів комплектування на 32% відносно випадкового розміщення та на 15% порівняно з традиційним ABC-аналізом, при незначному зростанні витрат на первинне розміщення. Це дозволяє суттєво підвищити швидкість виконання замовлень у WMS-системах без необхідності розширення фізичної інфраструктури.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація виконувалась у рамках госпдоговірної науково-дослідної роботи Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій на тему «Комплексна розробка прикладних ІТ-рішень для підвищення продуктивності комп'ютерних систем у комерційному та соціальному секторі» (Державний реєстраційний номер 0125U003178).

Повнота викладу основних результатів дисертації в публікаціях

Результати дисертаційної роботи, висновки та рекомендації знайшли відображення в іноземних та вітчизняних наукових виданнях.

Основні результати дисертації викладено достатньо повно: опубліковано 7 статей у наукових фахових виданнях (з них 1 — у виданні, що індексується міжнародною базою Scopus) та 5 тез доповідей на всеукраїнських науково-практичних конференціях.

Оцінка змісту дисертації, відповідність встановленим вимогам щодо оформлення

Дисертаційна робота Балвака А.А. є оригінальною науковою працею, має послідовну та логічну структуру і є комплексним, завершеним науковим дослідженням.

Дисертація обсягом 177 сторінок написана грамотною науковою мовою і містить необхідний графічний та табличний матеріал. Оформлення роботи відповідає діючим вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Зауваження до проведеного дисертаційного дослідження

Високо оцінюючи науковий і практичний рівень дисертації, слід вказати на деякі недоліки та побажання:

апропонований метод кластеризації з використанням алгоритму DTW характеризується високою обчислювальною складністю. У роботі згадуються шляхи пришвидшення FastDTW, проте не наведено детального аналізу часу роботи алгоритму для надвеликих складів (від 100 000 SKU) у режимі реального часу.

при моделюванні SLAP автор прийняв припущення про однорідність товарів за габаритами та масою. Урахування масо-габаритних обмежень могло б зробити модель ще ближчою до реальних виробничих умов.

розділі 3, порівнюючи ефективність різних стратегій маршрутизації, варто було б більш розгорнуто пояснити, як саме здійснюється вибір оптимального маршруту у випадку нестандартної геометрії складу.

Зазначені зауваження мають переважно дискусійний характер і не знижують загальної високої оцінки дисертаційної роботи.

Висновок

Вважаю, що дисертаційна робота Балвака Андрія Анатолійовича на тему «Модель та метод оптимізації обробки інформації в логістичних центрах на основі машинного навчання» виконана на високому науковому рівні, є завершеним самостійним дослідженням, яке вирішує актуальне наукове

завдання оптимізації функціонування логістичних систем. За своєю актуальністю, новизною та практичною цінністю робота повністю відповідає вимогам чинного «Порядку присудження ступеня доктора філософії...» (Постанова КМУ від 12 січня 2022 р. № 44). Здобувач Балвак А.А. заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

Офіційний опонент:

доцент кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки
імені професора Володимира Бурячка

Київського столичного

університету імені Бориса Грінченка

кандидат педагогічних наук, доцент

