

ВІДГУК офіційного опонента

на дисертаційну роботу Конрад Тетяни Ігорівни «Математична модель багатокритеріального розподілу транспортних потоків для автоматизованих систем мультимодальних транспортних мереж», подану до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.03 – «Математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем»

Дисертаційна робота Конрад Тетяни Ігорівни присвячена вирішенню важливої проблеми підвищення ефективності автоматизованого управління транспортними потоками в мультимодальних транспортних мережах за рахунок удосконалення архітектури програмного забезпечення систем підтримки прийняття рішень щодо автоматизованого багатокритеріального розподілу обмежених ресурсів.

Актуальність теми дослідження та її зв'язок з науковими програмами. Тема дисертаційної роботи Конрад Т. І. є актуальною, оскільки на сьогодні в Україні та світі спостерігається значне зростання попиту на мультимодальні вантажні перевезення. Проте, під час мультимодального перевезення затримки та простої рухомого складу одного з взаємодіючих видів транспорту спричиняють подальші складнощі з доставкою вантажу іншими видами транспорту. Тому, для ефективного управління транспортними потоками в мультимодальних транспортних мережах важливим є визначення оптимального маршруту перевезення вантажів. Дисертанткою визначено, що в існуючих методах організації мультимодальних перевезень досі не встановлено єдиного підходу до визначення оптимального маршруту перевезення вантажів під час мультимодального перевезення, а переважна більшість підходів спрямована на підвищення ефективності організації перевізного процесу на окремих видах транспорту, що не забезпечує вирішення комплексної задачі розподілу транспортних потоків в мультимодальних транспортних мережах.

Вибір оптимального маршруту мультимодального перевезення здійснюється диспетчером за допомогою автоматизованої системи управління

перевезеннями. Проте, у зв'язку з високою інтенсивністю транспортних перевезень, що на сьогодні посилюється тривалою кризою, яка викликана пандемією COVID-19, та відповідним підвищенням вимог до оптимального використання обмежених транспортних ресурсів, стає очевидним, що існуючі системи підтримки прийняття рішень, які наразі використовуються у транспортній галузі, потребують суттєвого вдосконалення за рахунок розроблення нових моделей багатокритеріального розподілу транспортних потоків в мультимодальних транспортних мережах та удосконалення архітектури програмного забезпечення систем підтримки прийняття рішень в умовах обмежених ресурсів. На вирішення цієї важливої та актуальної задачі з удосконалення систем підтримки прийняття рішень щодо автоматизованого багатокритеріального розподілу обмежених ресурсів у транспортній галузі й спрямоване дисертаційне дослідження Конрад Тетяни Ігорівни.

Актуальність тематики дисертаційної роботи Конрад Т. І. також підтверджується тим, що дисертаційне дослідження виконувалось в рамках кількох науково-дослідних робіт, а саме: НДР № 29/09.01.02 «Онтології у інженерії програмного забезпечення», 58/09.01.02 «Методологія підвищення ефективності процесів життєвого циклу розробки програмного забезпечення у гнучких підходах його розробки», «Експертна система ситуаційного синтезу програми технічного обслуговування регіональних транспортних літаків типу АН-32 на базі оптимізаційних нейронних мереж».

Оцінка обґрунтованості наукових положень в дисертації, їх достовірності і новизни. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, є обґрунтованими, а їх достовірність підтверджується коректним використанням методів теорії імовірності – для аналізу принципів формування та розподілу транспортних потоків, методів системного аналізу – для вирішення транспортних (розподільчих) задач, методів математичного моделювання та математичної логіки – для побудови інфологічної моделі факторів, показників і критеріїв оптимальності маршруту перевезення, методики багатокритеріального розподілу обмежених ресурсів,

методики багатокритеріального вибору оптимального маршруту перевезення, теорії графів – для побудови маршрутів перевезення, синтезу – для побудови математичної моделі багатокритеріального розподілу транспортних потоків.

Достовірність отриманих дисертанткою результатів також підтверджується результатами моделювання та експериментального застосування розробленого прототипу програмної системи. Всі висновки ґрунтуються на одержаних результатах досліджень.

Аналіз змісту і структура дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Конрад Т. І. складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 115 найменувань та двадцяти одного додатку. Загальний обсяг дисертації становить 232 сторінки, з яких 139 сторінок основного тексту.

Дисертаційна робота і автореферат написані українською мовою. Зміст автореферату висвітлює основні аспекти дисертаційної роботи.

У **вступі** дисертанткою обґрунтовано актуальність теми дисертації; визначено зв'язок з науковими програмами й темами; сформульовано мету та визначено основні завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження; сформульовано наукову новизну та практичне значення роботи; наведено інформацію про апробацію отриманих результатів, список публікацій за темою роботи; охарактеризовано структуру роботи.

У **першому розділі** авторкою проаналізовано принципи побудови та особливості функціонування мультимодальної транспортної мережі. Досліджено методи організації мультимодальних перевезень та теоретичні основи побудови автоматизованих систем керування перевезеннями на взаємодіючих видах транспорту. Зокрема, Конрад Т. І. проаналізовано наукові методи та математичні моделі виявлення й прогнозування транспортних потоків на основі теорії імовірності, прихованих коливань та теорії черг. Проаналізовано теоретичні методи та математичні моделі представлені однокритеріальними моделями з домінуючим показником оптимальності та багатокритеріальні методи оптимізації. На основі проведеного аналізу

дисертанткою зроблено висновок про доцільність застосування багатокритеріальних моделей для досягнення високої ефективності розв'язку оптимізаційних задач розподілу транспортних потоків і вибору оптимального маршруту доставки вантажів та необхідність удосконалення архітектури програмного забезпечення систем підтримки прийняття рішень для автоматизованого розподілу транспортних потоків в мультимодальних транспортних мережах.

У **другому розділі** авторкою наведене обґрунтування доцільності розподілу транспортних потоків. Розроблено інфологічну модель факторів, показників та критеріїв оптимальності маршруту перевезення вантажів в мультимодальних транспортних мережах, основу якої покладено ієрархією вкладених груп критеріїв. Розроблено математичну модель багатокритеріального розподілу транспортних потоків у мультимодальних транспортних мережах, в основу якої покладено багатокритеріальний вибір оптимального маршруту на графах з використанням вкладених згорток за нелінійною схемою компромісів.

У **третьому розділі** Конрад Т. І. сформовано вимоги до систем підтримки прийняття рішень щодо багатокритеріального розподілу транспортних потоків. Розроблено математичне та алгоритмічне забезпечення системи підтримки прийняття рішень щодо багатокритеріального розподілу транспортних потоків. В основу математичного забезпечення покладено методику багатокритеріального вибору оптимального маршруту перевезення вантажів в мультимодальних транспортних мережах та методику оптимального розподілу обмежених ресурсів. Розроблено архітектуру програмного забезпечення зазначеної системи. Проведено експериментальне дослідження запропонованої системи підтримки прийняття рішень щодо багатокритеріального розподілу транспортних потоків в мультимодальних транспортних мережах.

У **висновках** дисертанткою сформульовано основні отримані результати та визначено їхню наукову новизну.

Основні наукові результати та їх наукова новизна. Представлені у дисертаційному дослідженні Конрад Т. І. результати відзначаються науковою новизною. Зокрема, слід зазначити наступне.

1. Уперше розроблено інфологічну модель факторів, показників та критеріїв оптимальності маршруту перевезення вантажів в мультимодальних транспортних мережах, яка базується на методах евристичного аналізу предметної галузі і відрізняється формалізацією задачі визначення оптимального маршруту в багатокритеріальній формі ієрархії вкладених груп критеріїв, що забезпечує підвищення адекватності математичних моделей розв'язку оптимізаційних задач транспортного типу.
2. Удосконалено математичну модель багатокритеріального розподілу транспортних потоків у мультимодальних транспортних мережах, яка базується і відрізняється багатокритеріальним вибором оптимального маршруту на графах з використанням вкладених згорток за нелінійною схемою компромісів, що забезпечує підвищення ефективності управління транспортними потоками за компромісним відношенням вектору показників ефективності до вартості.
3. Удосконалено архітектуру програмної системи підтримки прийняття рішень багатокритеріального розподілу транспортних потоків у мультимодальних транспортних мережах, яка базується на використанні в розрахунковому блоці структурних елементів, що забезпечують отримання обумовлених рішень про оптимальний маршрут перевезень, як результат синергетичного об'єднання розробленої інфологічної моделі факторів та показників і удосконаленої математичної моделі оптимального розподілу транспортних потоків. Архітектура програмної системи відрізняється удосконаленням структури розрахункового блоку завдяки формалізації транспортної задачі в багатокритеріальній формі та вибором оптимального маршруту за інтегрованим показником ефективності графових структур. Застосування удосконаленої архітектури дозволяє підвищити ефективність управління

транспортними потоками за показниками оперативності і достовірності вихідних рішень.

Практичне значення дисертаційної роботи полягає у тому, що одержані Конрад Т. І. результати можуть бути застосовані для створення ефективних систем підтримки прийняття рішень багатокритеріального розподілу транспортних потоків в мультимодальних транспортних мережах.

Отримані результати дисертаційного дослідження впроваджено на кафедрі інженерії програмного забезпечення факультету кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії Національного авіаційного університету у навчальний процес при проведенні лабораторних робіт згідно з програмою навчальних дисциплін «Основи інженерії програмного забезпечення» та «Аналіз вимог і моделювання програмного забезпечення» зі спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення та у виробничий процес ПрАТ «РАЗНОБИТПРОДУКТ», що підтверджується актами впровадження, наведеними у Додатку Б дисертаційної роботи.

Публікації та апробація результатів роботи. Основні положення дисертаційної роботи висвітлені в наукових публікаціях. За темою дисертації опубліковано 24 наукових праці, з яких 11 статей (5 статей у наукових фахових виданнях України, 4 статті – у наукових фахових виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз даних, 2 статті – в інших виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних) та 13 тез наукових конференцій. Внесок авторки у положення, що виносяться на захист, є визначальним.

Зауваження до дисертаційної роботи. Не зважаючи на загальне позитивне враження від дисертаційної роботи, слід зазначити наступне.

1. У першому розділі доцільно було би більше уваги приділити аналізу існуючого програмного забезпечення, яке використовується у транспортній галузі, зокрема, доречним був би розгляд архітектури програмного забезпечення автоматизованої системи управління перевезеннями.
2. У другому розділі, який присвячено розробленню математичної моделі

багатокритеріального розподілу транспортних потоків в мультимодальних транспортних мережах, наведено інформацію про наявність основних показників роботи кожного виду транспорту, проте, було би доцільно не обмежуватись описом специфічних показників лише залізничного виду транспорту та навести дані про специфічні показники інших взаємодіючих видів транспорту.

3. У третьому розділі дисертантка недостатньо повно розкриває особливості проєктування архітектури запропонованої програмної системи.
4. З пояснення на стор. 101-102 не зрозуміло, що собою являє «алгоритм-диспетчер» та чому він є складовою запропонованої архітектури програмного забезпечення системи підтримки прийняття рішень. Назви «алгоритм-диспетчер» та «обчислювальний алгоритм», наведені на рис. 3.4, є доволі некоректними для використання у цьому контексті. Натомість варто було позначити відповідні складові структурної схеми як, наприклад, «обчислювальний блок», «блок диспетчеризації».
5. У Додатку В авторка наводить блок-схему алгоритму функціонування системи підтримки прийняття рішень для багатокритеріального розподілу транспортних потоків. Для зрозумілішого подання інформації щодо запропонованого програмного забезпечення доцільно було би навести UML-діаграми, наприклад, діаграму послідовності та діаграму прецедентів.
6. З рис. 3.5 не зрозуміло, що мається на увазі під структурною схемою блоку обчислювального алгоритму.
7. У дисертаційній роботі та в авторефераті мають місце деякі стилістичні й редакційні неточності, наприклад, відсутність коми після слів «по-перше» на стор. 2 автореферату, відсутність крапки після виразу (2.17) на стор. 80 дисертації, неузгоджене словосполучення «Узагальнено структура» на стор. 97.

Зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку наукових і практичних результатів, отриманих Конрад Т. І. у дисертаційному дослідженні.

Висновок. Дисертаційна робота Конрад Тетяни Ігорівни «Математична модель багатокритеріального розподілу транспортних потоків для автоматизованих систем мультимодальних транспортних мереж» є завершеною науковою працею, яка має наукове та практичне значення й за ступенем обґрунтування науково-теоретичних та науково-практичних положень, достовірністю і новизною наукових результатів повністю відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року (із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 656 від 19.08.2015 року № 1159 від 30.12.2015 року та № 567 від 27.07.2016 року) та паспорту наукової спеціальності 01.05.03 – Математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем, зокрема, пп. 12 та 14.

Вважаю, що авторка дисертаційної роботи, Конрад Тетяна Ігорівна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.03 – «Математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем».

Офіційний опонент,

доцент кафедри програмного
забезпечення комп'ютерних систем
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»
доктор технічних наук, доцент


Є. С. Сулема

Підпис Сулеми Є. С. засвідчую:

Вчений секретар

Національного технічного університету
України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»


В. В. Холявко

