ВІДГУК ОПОНЕНТА

Кириченко Ганни Іванівни

на дисертаційну роботу ***Пархоменко Лариси Олексіївни***

“**Розвиток теорії управління експлуатаційною роботою залізничної системи в умовах невизначеностей і ризиків**”,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи

1. Актуальність теми дисертації

Сучасні залізничні системи є важливою складовою транспортної інфраструктури, що забезпечує стійкий розвиток економіки, ефективність логістичних процесів та задоволення потреб суспільства у перевезеннях. Проте, функціонування залізничної системи супроводжується численними викликами, що виникають в умовах невизначеностей і ризиків. До основних чинників, які ускладнюють управління експлуатаційною роботою, належать нерівномірність руху, коливання обсягів перевезень, зміни в інфраструктурі, вплив зовнішніх економічних та соціальних факторів, а також непередбачувані аварійні ситуації.

У цьому контексті розвиток наукових підходів до оптимізації експлуатаційної роботи залізничної системи набуває особливого значення. Традиційні методи планування, які часто базуються на детермінованих моделях, не враховують повною мірою динамічність системи, що створює ризики недосягнення оптимальних рішень. Особливо актуальним стає питання вдосконалення моделей та методів управління, які враховують епістемічну невизначеність – тобто недосконале знання про систему, її параметри або зовнішнє середовище.

Актуальність цієї теми також обумовлена зростаючою потребою у гнучких і надійних планах роботи, які забезпечували б мінімізацію витрат ресурсів при дотриманні високого рівня надійності та безпеки. Використання

інноваційних математичних методів, таких як робастна оптимізація, дозволяє розробляти підходи, що стійкі до непередбачуваних змін параметрів. Це створює можливості для практичного впровадження результатів у діяльність залізничних підприємств, підвищуючи їх конкурентоспроможність і ефективність.

Крім того, важливо зазначити, що недостатнє врахування невизначеностей у стратегічному плануванні експлуатаційної роботи може призводити до значних фінансових втрат та зниження рівня обслуговування. Тому розвиток теорії управління, спрямованої на зменшення ризиків і невизначеностей, є актуальним завданням сучасної науки.

Авторкою зазначено, що дисертаційна робота виконувалась у відповідності до Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року та Регламенту 913/2010 Європейського Парламенту та Ради. Дійсно, спрямованість даної роботи відповідає багатьом положенням Національної транспортної стратегії, наприклад таким як: розвиток інноваційності і високої технологічності транспортної галузі, інтелектуальниї транспортних системам, інформаційних технологій, масової контейнеризації, мультимодальності, інтероперабельності транспортних систем у складі ланцюгів постачання; прискорення і забезпечення вчасної доставки пасажирів та вантажів завдяки швидкісним видам транспорту та розвитку логістики.

Також дана робота відповідає і положенням Регламенту ЄС 913/2010, таким як підвищення надійності та передбачуваності перевезень в межах єдиного європейського залізничного простору, забезпечення ефективності міжнародних вантажних перевезень тощо.

Актуальність теми дисертації підтвержена й тим, що вона виконувалась також і з урахуванням планів науково-дослідних робіт за наступними темами:

– "Integratedrail freight optimisation in Ukraine: Railwaysleepers, rolling stock and logistics" (ДР № 0123U102700);

– "Дослідження та розробка правил рівноправного доступу до інфраструктури залізничного транспорту загального користування" (ДР №0117U005413).

Таким чином, обрана тема дослідження відповідає сучасним потребам транспортної галузі, спрямована на вирішення актуальних проблем і має вагоме значення як у науковій, так і в практичній площині.

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

Наукові положення, викладені у дисертації, ґрунтуються на сучасних методах досліджень, які відповідають найкращим світовим практикам у галузях управління залізничним транспортом та інформаційних технологій.

Результати досліджень пройшли перевірку на тестових і реальних сценаріях функціонування залізничної системи. Це підтвердило адекватність моделі, а також доцільність запропонованих рекомендацій для впровадження в реальних умовах.

Об'єкт, предмет і мета роботи відповідають темі дисертаційного дослідження.

Обґрунтованість положень підтверджується числовими розрахунками, графічними результатами та порівнянням запропонованих рішень з традиційними підходами.

Таким чином, сформульовані в дисертації наукові положення, висновки та рекомендації є достовірними, належно обґрунтованими та підтвердженими як теоретичними дослідженнями та результатами моделювання, так і їхньою практичною апробацією у вигляді впровадженнь у виробничий процес.

Кількість, якість і обсяг друкованих праць відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України і підтверджують обгрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації.

Матеріали та висновки кандидатської дисертації при підготовці даної дисертаційної роботи не використовувались.

3. Наукова новизна положень, висновків та рекомендацій

Дисертаційна робота містить низку нових наукових положень, висновків та рекомендацій, які розширюють та поглиблюють теоретичну і практичну базу управління експлуатаційною роботою залізничної системи в умовах невизначеностей і ризиків. А саме:

Вперше:

– розроблена технологія управління ризиками, яка спрямована на забезпечення дотримання термінів доставки вантажів в умовах невизначеностей та ризиків; запропонована технологія включає нові підходи до оптимізації роботи технічних станцій та впровадження сучасних методів управління, що дозволяють покращити ефективність технологічного процесу;

– з урахуванням технологічного фактору ризику (збільшення строків проведення сукупності транспортно-логістичних технологічних операцій) запропоновано і обгрунтовано метод управління процесом формування і просування контейнерних поїздів маршрутів в межах транспортно-логістичного ланцюга в тому числі при кроскордонних перевезеннях у вигляді оптимізаційної моделі стохастичного програмування; у якості критерія оптимізації виступає сума питомих експлуатаційних витрат по кожному елементу транспортно-логістичного ланцюга, а система обмежень враховує технічні і технологічні можливості залізничної інфраструктури і тягового рухомого складу;

– з урахуванням фактору невизначеності вихідної інформації (варіативність тривалості транспортних і вантажних операцій, "вікон" доступності вантажних фронтів) розроблено теоретичні основи технології швидкого залізничного сполучення між портами та підприємствами-вантажоотримувачами і вантажовідправниками в ході здійснення

контейнерних перевезень на основі впровадження інноваційних технічних засобів, таких як модульні контейнерні поїзди типу CargoSprinter та автоматичні вантажні системи MetroCargo, а також розробленої робастної моделі оперативного планування роботи поїздів;

– в ході формування зазначеної вище технології був запропонований універсальний підхід для вирищення задач робастної оптимізації, на основі якого розроблений оригінальний метод оптимізації робастних моделей на базі використання сучасного математичного апарату ГА. Даний метод на новому якісному рівні надає можливість постановки і вирішення широкого класу задач управління експлуатаційною роботою залізничного транспорту завдяки надання можливості оперування даними, які характеризуються невизначеністю не лише стохастичного та статистичного, але й епістемічного типу.

Дістали подальшого розвитку:

– математичні моделі, які інтегрують сучасні методи обробки даних, такі як нечітка логіка, м'які обчислення та нейронні мережі, для покращення точності прогнозування та прийняття рішень в умовах невизначеності.

– комплексний підхід до управління залізничними системами, що дозволяє інтегрувати математичні моделі, оптимізаційні процедури та сучасні технології управління, забезпечуючи системний підхід до вирішення проблем невизначеності та ризиків в експлуатаційній діяльності;

– методи прогнозування часових рядів за рахунок запропонованого методу прогнозування пасажиропотоків із застосуванням нейронних мереж на основі архітектури генеративно-змагального типу.

Удосконалено:

– підходи до інтеграції сучасних технологій в управління залізничними перевезеннями, що дозволяють ефективно впроваджувати новітні технології, такі як CargoSprinter і MetroCargo, у традиційні системи управління залізничним транспортом.

4. Практичне значення результатів дисертаційного дослідження

Результати дисертаційного дослідження мають вагоме практичне значення та можуть бути використані для підвищення ефективності управління експлуатаційною роботою залізничної системи.

Розроблена ціла низка математичних моделей, спрямованих на ефективну організацію і обробку вагонопотоків на різних часових горизонтах та рівнях керування: від оперативного управління на лінійному рівні, таких як, наприклад, модель планування роботи технічних станцій, до тактичного і стратегічного управління на регіональному і системному рівнях, таких як модель оптимізації місцевої роботи на дільниці та модель розрахунку плану формування вантажних поїздів відповідно.

Дані моделі призначені забезпечувати надійний перебіг технологічного процесу і одночасно мінімізувати собівартість транспортної продукції в умовах дії різноманітних факторів невизначеності і ризику, які завжди притаманні такій складній галузі як сфера перевезень.

Окремої уваги заслуговують моделі, що реалізують ідеї робастного управління в сфері залізничних перевезень. Розроблені підходи і моделі, що реалізують принципи робастної оптимізації, є не лише новим словом в транспортній науці і представляють не лише академічний інтерес, а в першу чергу мають великий практичний потенціал для застосування на полігоні АТ "Укрзалізниця", адже надають можливість здійснювати ефективне і надійне управління перевізними процесами за реальних умов мінливого транспортного середовища, нечіткості і неповноти вихідних даних, непередбачуваних раптових небажаних подій тощо.

Особливо слід відзначити також розроблені управлінські моделі і способи використання новітніх інноваційних технічних засобів в сфері контейнерних перевезень, практичну значимість яких важко переоцінити враховуючи транзитний статус України, і економічна ефективність яких підтверджена відповідними розрахунками.

Основні положення та рекомендації дисертаційної роботи впроваджені у технологічний процес піприємств залізничного транспорту, що підтверджено відповідними актами впровадження.

Результати дисертаційної роботи використовуться в навчальному процесі Українського державного університету залізничного транспорту при підготовці здобувачів вищої освіти (бакалаврів і магістрів) за спеціальністю 275/275.02 – Транспортні технології (на залізничному транспорті), а також для слухачів навчально-наукового центру освіти для дорослих.

5. Повнота викладу наукових положень дисертації в опублікованих працях

Основні наукові положення, результати дослідження, висновки та рекомендації, викладені у дисертації, знайшли своє відображення у 41 науковій праці автора.

У межах дослідження опубліковано 19 статей у виданнях, які входять до переліку наукових фахових видань України, зокрема 5 статей у виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах даних Scopus та/або Web of Science.

Додатково результати досліджень відображені у 22 публікаціях, серед яких 3 статті в закордонних наукових виданнях, що також індексуються в базах даних Scopus та/або Web of Science, а також у 2 патентах України на корисну модель.

Таким чином у публікаціях автора достатньо повно і детально розкрито теоретичні аспекти, методологічні підходи, математичні моделі та отримані результати, що є основою дисертаційного дослідження.

Характер видань а також зміст і кількість опублікованих наукових праць відповідають чинним нормативним вимогам щодо повноти висвітлення отриманих результатів дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

6. Оцінка змісту дисертації та реферату

Дисертація має чітку структуру, яка включає вступ, вісім розділів, висновки, список використаних джерел і сім додатків. Повний обсяг роботи становить 427 сторінок, із яких 337 сторінок припадає на основний текст. Робота містить 24 таблиці та 79 рисунків, 20 сторінок додатків.

У вступі обгрунтована актуальність теми дисертації, наведено її зв'язки з науковими програмами, планами, темами; визначені мета, завдання, об'єкт та предмет наукового дослідження; визначено наукову новизну роботи та її практичну значимість; зазначено особистий внесок здобувача у публікаціях та наведено перелік конференцій, на яких були апробовані результати досліджень.

У першому розділі були розглянуті ключові аспекти управління ризиками та невизначеністю в експлуатаційній діяльності залізничного транспорту. Проаналізовано природу невизначеності, класифікацію ризиків та підходи до їх кількісної оцінки. Виявлено взаємозв'язок ризиків та невизначеності, що підкреслює важливість інтегрованого підходу до їхнього управління.

У друому розділі здійснено огляд наукових праць, присвячених управлінню залізничними системами в умовах невизначеності та ризиків. Розглянуто різні методи оптимізації, математичні моделі та алгоритми, що запропоновані у вітчизняних та закордонних публікаціях для підвищення ефективності залізничних операцій, проаналізовано їх переваги та недоліки та визначено напрямки для подальших досліджень.

У третьому розділі досліджено кількісні і якісні показники експлуатаційної діяльності залізничного транспорту України. Проведено комплексний аналіз якості інформаційних потоків, зокрема параметрів вагонопотоків, представлених часовими рядами, та їхніх статистичних властивостей, із використанням методів вейвлет-аналізу, R/S-аналізу та тестів

на причинність, гетероскедастичність, хаотичність тощо. Виявлено високий рівень невизначеності, що ускладнює управління транспортними процесами, і підкреслено необхідність розробки адаптивних підходів до управління експлуатаційною роботою залізничного транпорту.

У четвертому розділі на прикладах класичних задач управління експлуатаційною роботою показано вплив факторів невизначеностей різних типів, що присутні в реальних умовах управління транспортним процесом на залізниці, на якість управлінських рішень. Ророблені різноманітні підходи, що дозволяють ефективно усувати негативні наслідки впливу факторів невизначеностей різної природи на прийняття рішень та будувати надійні управлінські плани, такі як, наприклад, уточнення математичних моделей, застосування принципів робастної оптимізації тощо.

У п'ятому розділі розглянуто проблему недотримання строків доставки вантажів на Укрзалізниці, доведено доцільність її вирішення на рівні оперативного планування технічних станцій. Запропонований підхід, що ґрунтується на принципах ризик-менеджменту, передбачає визначення пріоритетності обробки вагонів з урахуванням факторів затримки. Для підвищення точності оцінки параметрів затримок вагонів і їх наслідків було розроблено підходи на основі теорії Демпстера-Шефера та введено поняття "щільності ризику". Ці підходи реалізовані в моделі векторної оптимізації, яка дозволяє в процесі оперативного управління знижувати не лише рівень штрафних виплат, а й загальні експлуатаційні витрати.

У шостому розділі розроблено моделі для організації туристичних поїздок з використанням високошвидкісного залізничного транспорту, враховуючи фактори невизначеності, що пов'язані в тому числі з психологічними аспекти вибору пасажирів. Запропоновано підхід, що базується на методі пропуску зупинок для покращення привабливості маршрутів та застосовано сучасні методи штучного інтелекту для точного прогнозування пасажиропотоків. Розроблена оптимізаційна математична модель змішаного програмування, що дозволяє ефективно планувати

маршрути та зберегати більшу частину як туристичного так і локальних пасажиропотоків.

У сьомому розділі проведено аналіз ролі залізничного транспорту в інтермодальних контейнерних перевезеннях, визначено його переваги, зокрема економічність та екологічність. Досліджено природу і параметри контейнеропотоків на залізничних термінальних станціях, виявлено їх нестаціонарний характер, що створює труднощі при управлінні процесом доставки контейнерних партій до порту за допомогою залізничного транспорту. Розроблено оптимізаційну математичну модель для управління процесом формування і просування контейнерних поїздів із використанням теорії випадкових потоків та теорії імовірностей, яка враховує ризики і невизначеності та дозволяє підвищити ефективність взаємодії залізничного і морського видів транспорту в рамках інтермодальних систем.

У восьмому розділі проведено аналіз використання залізничного транспорту в сфері контейнерних перевезень в Україні та Європі, визначені основні виклики, зокрема перевантаженність контейнерних терміналів і автодоріг в припортових зонах тощо. Розроблено теоретичні основи технології швидкого залізничного сполучення між портом і підприємствами вантажовідправниками та вантажоотримувачами з метою надійної сухопутної доставки контейнерів, яка передбачає використання новітніх технічних розробок, таких як автоматичні перевантажувальні системи та модульні контейнерні поїзди. У якості ключового елементу технології запропонована розроблена робастна модель управління, яка враховує фактори невизначеності, пов'язані з транспортними операціями, та забезпечує ефективну координацію між усіма учасниками логістичного процесу. Ефективність сформованої технології підтверджено економічними розрахунками.

У висновках підсумовано основні положення дисертації, висвітлено ключові результати дослідження та окреслено напрями їх практичного застосування.

Таким чином, дисертаційна робота чітко відповідає заявленій темі дослідження, а її зміст, структура і обсяг відповідають вимогам, встановленим для докторських дисертацій з технічних наук.

Реферат містить всі основні положення, наукові і практичні результати, отримані автором, та коректно відображає зміст дисертації.

7. Відсутність у дисертації та наукових працях ознак плагіату та фальсифікації

При проведенні експертизи дисертації в установі, де її було рекомендовано до друку, а також у спеціалізованій вченій раді, – було встановлено відсутність академічного плагіату і фальсифікації.

Наукові праці опубліковані у фахових виданнях, які індексуються міжнародних наукометричних базах, і пройщли відповідного рівня резензування та перевірки в тому числі на достовірність даних та відсутність плагіату.

Усі результати, висновки та положення є оригінальними й базуються на авторському дослідженні, проведеному відповідно до принципів наукової доброчесності. Джерела інформації, використані у роботі, належним чином оформлені та представлені відповідними посиланнями.

8. Оформлення дисертації та реферату

Дисертація та реферат оформлені відповідно до встановлених вимог до наукових праць. Їх текст відповідним чином структурований, що забезпечує його логічність та послідовність. Таблиці, рисунки, формули та список використаних джерел виконані згідно з чинними стандартами, що сприяє зручності сприйняття матеріалу.

9. Зауваження та дискусійні положення

1. У Анотації на стор. 4, а також у самій роботі на стор. 37, стор. 111 тощо згадується база даних «АСК УЗ Є». Чи це база єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями УЗ (абревіатура якої – АСК ВП УЗ Є), чи це інша інформаційна система залізниці?

2. На рисунку 1.2 (стор. 58) наведені фактори невизначеності. З класифікації не зовсім зрозуміло, до якого фактору автор відносить нерівномірність інтенсивності руху, що являє одну з основних проблем управління.

3. У формулі 3.6 (стор. 135) для здійснення розрахунків показника Ляпунова використовуються нормалізовані значення елементів двозмінного часового ряду, однак не надана інформація в чому саме полягала процедура нормалізації.

4. В моделі оптимізації місцевої роботи на дільниці, цільова функція якої представлена формулою 4.11 (стор. 177), розглядаються лише 2 схеми організації роботи збірних поїздів: з першим непарним і першим парним поїздом, хоча було б доцільно розглянути й інші існуючі схеми.

5. У формулі 5.19 (стор. 235) наведена група обмежень математичної моделі управління технічною станцією, а також наведені пояснення щодо змінних, які використовуються, але не наведено пояснень щодо того які фунції виконують ці обмеження.

6. У формулах 7.5 (стор. 302), 7.6 (стор. 305), 7.7 (стор. 306) та інших використовується поняття умовної інтенсивності випадкового потоку. Проте фактично застосовується функція інтенсивності, що залежить лише від часу, оскільки в цих формулах відсутня складова, яка б відповідала за залежність від історії процесу.

10. Загальна оцінка дисертації та її відповідність встановленим вимогам

Не зважаючи на зазначені зауваження загальна оцінка дисертаційної роботи залишається позитивною.

Дисертація Пархоменко Лариси Олексіївни є завершеною кваліфікаційною науковою працею, яка не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації, виконана на актуальну тему і характеризується новизною наукових ідей і отриманих обгрунтованих наукових і практичних результатів, що підтверджені відповідними впровадженнями.

Дисертаційна робота на тему "Розвиток теорії управління експлуатаційною роботою залізничної системи в умовах невизначеностей і ризиків" виконана на високому науковому рівні і відповідає вимогам всіх пунктів, зокрема п. 7, 8 та 9 "Порядку присудження та позбавлення ступеня доктора технічних наук", затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №1197 від 17 листопада 2021 року (зі змінами), а її автор – Пархоменко Лариса Олексіївна – заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – Транспортні системи.

Опонент,
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри технологій транспорту
та управління процесами перевезень
Державного університету
інфраструктури та технологій Ганна КИРИЧЕНКО

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
Підпис: Ганни Кириченко
Засвідчує: ст. інсп. В.К. Дубовецька О.В.