

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук, професора Ломотька Дениса Вікторовича на дисертаційну роботу Кравченка Михайла Анатолійовича на тему: «Удосконалення процесу залізничних перевезень зернових вантажів на основі принципів райдшерингу», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 27 – Транспорт за спеціальністю 275 – Транспортні технології

Загальний аналіз дисертації

Представлена дисертація викладена на 228 сторінках, з яких 141 сторінка основного тексту, складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел (144 найменування) та п'яти додатків.

Обсяг основного тексту, структура дисертації, порядок викладення та оформлення матеріалу у дисертації виконана відповідно до “Вимог до оформлення дисертації”, затверджених Наказом № 40 від 12.01.2017 р. Міністерства освіти і науки України.

Загальний аналіз роботи і опублікованих праць автора дозволяє зробити наступні висновки по суті представленої до захисту дисертації.

Актуальність теми дисертації.

Економіка спільного користування (англ., The Sharing Economy) суттєво вплинула на зміну моделей перевезень в традиційних транспортних системах, включаючи транспорту систему України. Концепція спільного використання ресурсів створила цілий напрям у логістиці, відомий як логістика спільного користування (англ., Sharing Logistics). Це дозволяє оптимізувати використання транспортних засобів та інфраструктури, зменшуючи витрати та підвищуючи ефективність перевезень. Залізнична система України стикається з численними проблемами під час перевезення зернових вантажів, включаючи перевантаження мережі, нестачу локомотивів та недостатню точність операцій. В умовах військових дій та зростання обсягів збору та експорту зернових культур, ці проблеми стають дедалі гострішими. Застосування райдшерингових або карпулінгових сервісів організації перевезень відповідає сучасним тенденціям трансформації логістичних рішень, спрямованих на оптимізацію перевезень та управління ланцюгами постачань. Порушена в даному дисертаційному дослідженні проблема точності операцій в залізничній системі набуває все

більшого значення в умовах інтеграції залізничної системи України до європейського залізничного простору, де висока точність та надійність операцій є критичними вимогами. Вивчення транспортної поведінки в залізничній системі є важливим для пошуку ефективних технологій перевезень зернових вантажів. Аналіз когнітивних механізмів прийняття рішень вантажовідправниками, а також моделювання транспортної поведінки, відкривають нові можливості для покращення функціонування залізничних перевезень. Спираючись на вище зазначене, дисертаційне дослідження Михайла Кравченка, що зорієнтоване на вирішення важливого наукового завдання удосконалення процесу залізничних перевезень зернових вантажів на основі принципів райдшерингу, є своєчасним і актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року (розпорядження КМУ від 30.05.2018 р. № 430–р), Планів заходів з виконання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони (затверджено постановою КМУ від 25 жовтня 2017 р. № 1106).

Автор брав участь у якості виконавця у науково-дослідних роботах “Комплексна оптимізація залізничних перевезень в Україні: залізничні шпали, рухомий склад та логістика” (ДР № 0123U102700) та “Удосконалення залізничних перевезень зернових вантажів на основі принципів райдшерингу” (ДР № 0123U102088).

Оцінювання обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Отримані автором положення, висновки, результати досліджень за дисертацією в цілому є достовірними та обґрунтованими, що обумовлено коректністю постановки й розв'язання поставлених завдань. Виконаний ґрунтовний аналіз наукових публікацій та звітів підтверджує обґрунтованість проведених досліджень та новизну отриманих результатів. Отримані результати рішення розробленої математичної моделі райдшерингового сервісу залізничних перевезень зернових вантажів були порівняні з реальними даними діючих перевезень та довели її адекватність процесу, що досліджувався. Використана штучна нейронна мережа, що моделює потенційну функцію в коаліційній грі з

перевантаженням перевірена на точність та адекватність. В межах процедури навчання точність моделі склала 97,19 %, а при перевірці поза алгоритмом навчання похибка MAPE склала 0,03 – 3%, що підтвердило її стійкість, достатню точність та здатність моделювання залежностей руху поїздопотоків на перевантаженому полігоні в умовах “високого сезону”. Обґрунтованість наукових результатів дисертації та їх достовірність підтверджується репрезентативністю даних, використаних для проведення аналізу та побудови математичних моделей. Застосовані методи та отримані результати були рецензовані при публікаціях, зокрема основні наукові результати опубліковані у виданні категорії “А” Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, що індексується міжнародною наукометричною базою SCOPUS з квантилем 3. Це підтверджує високий рівень обґрунтування висунутих на захист наукових положень та висновків дисертації.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

Основні наукові результати дослідження отримані автором особисто і характеризуються науковою новизною, важливими пунктами якої є:

вперше:

– для формалізації процесу перевезень зернових вантажів на основі погодженої організації ступеневих маршрутів за принципами райдшерингу в залізничних системах розроблено метод пошуку плану перевезень на основі математичної моделі у вигляді коаліцій в іграх з перевантаженням з функцією вартості та розподілу потоків на мережі. Постановку гри перетворено на задачу нелінійної оптимізації, яку розв’язано за допомогою генетичного алгоритму в межах фітнес функції якого використано штучну нейронну мережу як математичну модель нелінійної регресії, що ґрунтується на макроаналізі мережевого ефекту та дозволяє змоделювати взаємозалежність руху поїздопотоків на маршрутах перевантаженого полігону. Це дозволило вперше з достатньою точністю та швидкістю розв’язку змоделювати поведінкові механізми, що відбуваються в залізничній системі в умовах реалізації райдшерингового сервісу перевезень зернових вантажів;

– для дослідження впливу удосконалення процесу залізничних перевезень зерна на роботу залізничної системи розроблено метод оцінки відсутності координації в залізничній системі на основі проведення розрахунків ціни анархії (англ., The price of anarchy, PoA) за різними порівняльними сценаріями

перевезень зернових вантажів. Ціна анархії для залізничної системи України у випадку роботи за діючою моделлю перевезень зернових у “високий сезон” складає 1,0605. Це доводить, що ефективність роботи залізничної системи при удосконаленні перевезень зернових на основі принципів райдшерингу від сценарію поведінки за діючою моделлю перевезень покращиться на 6,05%. За отриманими результатами теоретично обґрунтовано важливість координації в залізничній системі України для прискорення перевезень та підвищення пропускної спроможності. Виявлений поведінковий механізм для стимулювання вантажовідправників до утворення ступеневих маршрутів, що базується на координації в межах єдиного інформаційного середовища та забезпечення подачі під маршрутні групи поїзного локомотива відповідно до заздалегідь узгодженого графіку руху.

Удосконалено:

– комплекс функціональних задач системи АСК ВП УЗ-Є на основі формування вимог до цифрової платформи агрегатора для координації вантажовідправників та перевізника за принципами райдшерингу, що забезпечить поєднання вагонних відправок у ступеневий маршрут за рахунок укрупнення навантаження партій зерна різних вантажовідправників, що бажають відправити у співпадаючі календарні періоди для можливості бронювання місця в ступеневому маршруті. Це дозволить прискорити рух відправок із зерновими вантажами та підвищити ефективність використання обмеженої пропускної спроможності залізничної мережі.

Практичне значення основних результатів дисертаційної роботи

Практичне значення одержаних результатів підтверджується відповідними актами впровадження і висновком про використання результатів дисертаційного дослідження. Прикладним аспектом використання отриманого наукового результату є можливість удосконалення зернової логістики на залізниці України за рахунок використання райдшерингового сервісу. Отримані результати організації ступеневого маршруту з використання цифрової платформи агрегатора на полігоні структурного підрозділу “Регіональний центр управління рухом” регіональної філії “Південна залізниця” АТ “Укрзалізниця” підтверджено Актом впровадження. Підтверджені результати впровадження компанією ТОВ “Алмейда Груп”.

Для поширення отриманих результатів та подальшого розвитку перевезень за принципами райдшерингу дослідження використовуються при підготовці магістрів освітньо-професійного та освітньо-наукового рівнів на факультеті “Управління процесами перевезень”.

Практичну цінність роботи представляють розроблені вимоги до створення цифрової платформи агрегатора для координації вантажовідправників та перевізника за принципами райдшерингу.

Повнота викладення основних наукових положень, висновків дослідження в опублікованих працях

Результати дослідження за темою дисертації з достатньою повнотою викладені у 16 наукових працях, з них 5 статей, що опубліковані у фахових наукових виданнях, затверджених МОН України (3 статті у виданнях категорії “Б”, які включені до міжнародних наукометричних баз; 2 статті у виданні категорії “А”, що включені до бази Scopus Q3) та додаткових праць: 1 стаття за результатами конференції у науковому виданні інших держав, що входить до ОЕСР (включено до бази Scopus Q4), 10 праць апробаційного характеру – тези доповіді.

Результати досліджень доповідалися та були схвалені на таких конференціях:

33 міжнародна науково-практична конференція “Інформаційно-керуючі система на залізничному транспорті” (м. Харків, 24-25 жовтня 2020 року); II-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології» (м.Харків, Україна, 27-29 квітня 2021 р.); XIII international scientific and practical conference «Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects.» (Vlora, Albania may 21-26, 2021); 34 міжнародної науково-практична конференція “Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті” (м.Харків, Україна, 29 жовтня, 2021 р.); III Всеукраїнська науково-технічна інтернет-конференція (м. Ізмаїл-Київ, Україна, 18-19 листопада 2021 р.); III Всеукраїнська науково-технічна інтернет-конференція: Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку (м. Ізмаїл-Київ, Україна, 18-19 листопада 2021 р.); Економіко-правові та соціально-технічні напрями еволюції цифрового суспільства: матеріали міжнародної науково-практичної конференції: Секція 6. Інформаційні та транспортні технології: вектори розвитку та актуальні проблеми діджиталізації (Дніпро,

Україна, 02 червня 2022 р.); International Conference on Smart Technologies in Urban Engineering STUE 2022: Smart Technologies in Urban Engineering (Kharkiv, Ukraine, June 9-11, 2022); 35 міжнародна науково-практична конференція "Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті" (Харків, Україна, 11 листопада, 2022 р.); 3-я міжнародна науково-технічна конференція "Інтелектуальні транспортні технології" (Харків, Україна, 22-23 листопада 2022 р.); 82 Міжнародна науково-практична конференція "Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту" (Дніпро, Україна, 20-21 квітня 2023 р.); 4th International Scientific and Technical Conference "Intelligent Transport Technologies" (Kharkiv, Ukraine, November 27-28, 2023).

У роботах, які опубліковано у співавторстві, особистий вклад автора відображає зараховані за темою дисертації результати досліджень та не викликає сумнівів. Наведений перелік публікацій та їх зміст відповідають темі дисертації і в достатньому обсязі відображають основні положення і наукові результати, що отримані в дисертації.

Оцінка структури та змісту дисертаційної роботи.

Структура та обсяг дисертації відповідає вимогам освітньо-наукової програми "Транспортні технології (на залізничному транспорті)" УкрДУЗТ та МОН України.

Вступ дисертації забезпечує чітке розуміння важливості теми дослідження, окреслює мету і задачі дослідження та підкреслює наукову і практичну значущість виконаної роботи.

У першому розділі виконано аналіз передумов удосконалення процесу перевезень зернових вантажів на залізничному транспорті України. Проведено детальний аналіз ринку перевезень зернових вантажів, включаючи оцінку обсягів збору та експортних можливостей зернових культур. Виявлено, що, незважаючи на загальне зростання обсягів збору зернових, існують значні проблеми, пов'язані з перевантаженістю залізничної мережі, конкуренцією з боку автомобільного транспорту та недостатньою кількістю локомотивів. Приділена увага нормативно-правовим недолікам організації ступеневих маршрутів на мережі АТ "Укрзалізниця". Згадані історичні передумови розвитку ступеневої маршрутизації та знайдені подібні технології на різних залізницях світу підтверджують можливість реалізації подібних технологій перевезень зернових. Проаналізовано діючу операційну модель АТ "Укрзалізниця" та

виявлено її недоліки, зокрема перевантаження ключових сортувальних станцій у пікові сезони перевезень та відсутність точності у виконанні графіку перевезень. Автором акцентовано увагу на тому, що більшість станцій, відкритих для вантажних операцій із зерновими вантажами, не є маршрутними і відправляють лише вагонні відправки, що створює додаткові труднощі для ефективної організації перевезень зернових.

У другому розділі описано розроблений метод побудови штучної нейронної мережі прямого поширення для моделювання взаємозв'язку інтенсивності руху поїздів на окремих дільницях на тривалість слідування поїздів на маршрутах перевантаженого полігону. Метод, що ґрунтується на кореляційному аналізі дозволяє виявити ефективну структуру залежності входів від виходів нейронної моделі. Проведені перевірки на точність і адекватність. Отримана штучна нейронна мережа є складовою цільової функції основної математичної моделі райдшерингового сервісу залізничних перевезень зернових вантажів. Таким чином, у другому розділі представлено новий метод моделювання, який дозволяє з високою точністю оцінювати вплив фактору інтенсивності руху поїздів на тривалість перевезень за маршрутами.

У третьому розділі запропоновано утворення ступеневого поїзда та його рух формалізувати у вигляді коаліцій в іграх з перевантаженням. Теорія ігор є дуже ефективним інструментом пошуку рішень в конкурентному середовищі, де існують протилежні інтереси багатьох вантажовідправників та оператора залізничної інфраструктури (АТ «Укрзалізниця»), як органа, що диспетчеризує систему. Застосування нетрадиційного підходу до побудови математичної моделі на основі гібридизації методів генетичного алгоритму, штучної нейронної мережі дозволяє підвищити швидкість розв'язку та отримати прийнятні за точністю результати.

У четвертому розділі проаналізовано стратегічні підходи до експлуатації залізничної системи України на основі координації в межах єдиного інформаційного середовища. Сформульовано гру "вантажовідправник" і "система" як біматричну гру з платіжними матрицями для визначення найбільш прийнятних стратегій експлуатації залізничної системи. Це забезпечує синхронізацію планів навантаження та руху поїздів на перевантажених ділянках мережі. Розроблено вимоги до цифрової платформи агрегатора. Приділена увага процедурам взаємодії при плануванні та інтерфейсам платформи. Проведено економічне обґрунтування доцільності впровадження нової технології

ступеневої маршрутизації на основі принципів райдшерингу, що демонструє значний потенціал економії витрат і підвищення ефективності перевезень.

У **загальних висновках** підсумовано всі вагомі результати, що отримані у дисертаційній роботі. **Додатки** детально розкривають програмну реалізацію математичних моделей та проведені експерименти.

Зміст дисертаційної роботи є логічним та відповідає високому науковому рівню, що підтверджує оволодіння здобувачем методології наукової діяльності.

Зауваження до роботи

1. У розділі 1 дисертаційної роботи було б доречно провести аналіз діючих програмних продуктів від відомих райдшерингових установ.

2. У розділі 2 роботи на стор. 87 наведено структуру нейронної мережі для моделювання тривалості руху на маршрутах. Слід пояснити, як саме обрано саме таку архітектуру нейронної мережі.

3. У розділі 3 на стор. 100 зазначається: «– навантаження може виконуватись цілодобово на станціях, що відкриті для вантажних операцій». Слід це пояснити, оскільки складно уявити агропромислові підприємства, які будуть навантажувати продукцію на місцях загального користування цілодобово. Можливо було б доцільним враховувати обмеження по часу роботи під'їзних колій, а роботу цілу добу - розглядати як окремий випадок у даному діапазоні.

4. У опису математичної моделі у розділі 3 слід більш детально вказати яка максимальна кількість вантажовідправників може приймати участь у формуванні ступеневого залізничного маршруту.

5. У розділі 4 у наведеній діаграмі на рисунку 4.5 не зрозуміло чи враховано додаткові витрати вагоно-годин на операції з маневрової роботи при поєднанні маршрутних груп і утворенні ступеневого залізничного маршруту?

Висновок

Незважаючи на означені зауваження, загальна оцінка дисертаційної роботи залишається позитивною. Дисертація Кравченка Михайла Анатолійовича на тему: “Удосконалення процесу залізничних перевезень зернових вантажів на основі принципів райдшерингу”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 27 – Транспорт за спеціальністю 275 – Транспортні технології, є завершеною кваліфікаційною науковою роботою. Дисертація виконана на високому науковому рівні, отримані науково обґрунтовані

теоретичні і експериментальні результати щодо удосконалення процесу залізничних перевезень зернових вантажів.

Вище наведене дозволяє зробити висновок, що дисертація на тему “Удосконалення процесу залізничних перевезень зернових вантажів на основі принципів райдшерингу” відповідає освітньо-науковій програмі та вимогам “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 від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами), а її автор – Кравченко Михайло Анатолійович – заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 27 – Транспорт за спеціальністю 275 – Транспортні технології.

Рецензент:

доктор технічних наук, професор, завідувач
кафедри транспортних систем та логістики
Українського державного університету
залізничного транспорту



[Signature]
02.06.2024

Денис ЛОМОТЬКО