

## ВІДГУК

Офіційного опонента на дисертаційну роботу  
Колісник Аліни Володимирівни "Формування автоматизованої технології  
транспортування контейнерів залізницею на основі теорії випадкових потоків",  
поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.22.01- транспортні системи

### Актуальність теми дисертаційної роботи

В Україні з кожним роком набувають популярності контейнерні перевезення. Це пов'язано з тим, що велика кількість товарів імпортується в Україну з Китаю, Америки, Європи в контейнерах різними видами транспорту, при цьому більша частина шляху доводиться на залізничний і морський.

Згідно з інформацією АТ "Укрзалізниця" у 2019 році в Україні було перевезено понад 348 тис. TEU контейнерних вантажів. Разом з тим, у складі контейнерних поїздів у 2018 році було перевезено понад 163,3 тис. TEU контейнерних вантажів, що на 71% більше, ніж у 2018 році. Детальний аналіз обсягів перевалки контейнерів показав значний приріст їх об'ємів у морських портах, а саме в Одеському. Починаючи з 2015 року, спостерігається тенденція збільшення обсягів перевалки контейнерів у портах на 10-20% за кожний рік.

Разом з тим, спостерігається зменшення залізничних вантажних перевезень як країнами Європи так і в Україні. Обсяги вантажних перевезень територією України за цей період продемонстрували тенденцію зменшення майже на 11%. Вищенаведені статистичні данні показують, що основний обсяг контейнерних перевезень припадає на залізничний та морський транспорт. Тому виникає необхідність досягти злагодженості в роботі портів та залізничних вузлів.

Проведеним аналізом доведено, що при взаємодії портів і залізничних вузлів України виникають ряд питань пов'язаних з формуванням і відправленням контейнерних поїздів. Статистичні дані показали значні

затримки під час обробки контейнерів на станціях відправлення та припортових станціях, який може сягати від 3-14 днів у першому і у другому випадках.

З метою підвищення конкурентоспроможності залізниць та збільшення обсягів вантажних перевезень доцільно сприяти розвитку інтермодальних контейнерних перевезень територією України за рахунок розроблення та впровадження автоматизованої технології транспортування контейнерів залізницею.

#### Ступінь обгрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Обгрунтованість і достовірність наукових положень, розроблених у дисертації Колісник А.В., обумовлено логічною і послідовною структурою наукового дослідження, підтверджуються системним підходом до вирішення поставленої задачі, коректністю використання сучасного математичного апарату. Дані коректно опрацьовано статистичними методами. Сформовані математичні моделі перевірено на адекватність за допомогою сучасних методів. В дисертації використано реальні дані, отримані шляхом натурних спостережень та обробки звітних даних АТ «Укрзалізниця».

Вищезазначене дає підстави для висновку про достатню обгрунтованість та достовірність наукових положень, розроблених дисертантом.

#### Наукова новизна результатів роботи

У дисертаційній роботі Колісник А. В. на основі системного підходу вирішено наукове завдання з формування автоматизованої технології транспортування контейнерів залізницею при здійсненні інтермодальних перевезень з використанням теорії випадкових потоків, що дозволяє зменшити загальні експлуатаційні витрати на перевезення контейнерів.

Дисертантом *вперше*: формалізовано процес накопичення контейнерних партій на термінальних станціях на основі теорії випадкових потоків як суперпозицію нестационарних потоків Пуассона та Ерланга різної кратності; для визначення параметрів процесу накопичення контейнерної партії певної чисельності протягом визначеного часового інтервалу на залізничних терміналах отримано загальний вигляд функції оцінки ймовірності шляхом представлення процесу надходження контейнерів у вигляді нестационарних неординарних потоків із різним ступенем ергодичності; процес планування організації транспортування контейнерних партій залізницею до морських портів у складі системи інтермодальних перевезень був сформульований як оптимізаційна модель стохастичного програмування, яку було представлено цільовою функцією у вигляді сумарних експлуатаційних витрат на просування контейнерів сухопутною частиною шляху та системою обмежень, що відтворює технологічні параметри процесу. Результатом оптимізації даної моделі є такі елементи планування, як моменти закінчення накопичення та способи транспортування контейнерних партій одночасно по всіх термінальних станціях полігону (системний ефект); дана модель є основою для побудови оперативного плану транспортування контейнерних партій із заданим рівнем надійності; для прогнозування інтенсивності потоку надходження контейнерів на залізничні термінали було розроблено модель на основі рекурентних нейронних мереж глибинного навчання, що використовує схему представлення функцій умовної інтенсивності надходження контейнерів у вигляді нерегулярних часових рядів.

Набула подальшого розвитку система АСК ВП УЗ-Є шляхом інтеграції систем підтримки прийняття рішень (СППР) на АРМі оперативних працівників АТ «Укрзалізниця», що реалізують автоматизовану технологію раціонального управління контейнерними перевезеннями при взаємодії з СППР інтермодального оператора.

#### Наукова і практична цінність дисертаційної роботи

Вагомим для науки є те, що автором було вперше застосовано комплексний підхід, який базується на створенні системного ефекту за рахунок

включення до моделі всіх елементів системи інтермодальних перевезень, які відповідають за процес накопичення і транспортування контейнерних партій сухопутною ділянкою шляху. Таких як: залізничні термінальні вантажні, сортувальні, припортові станції, порт, контейнеропотоки від вантажовідправників, які було вперше запропоновано представити у вигляді суперпозиції випадкових нестационарних потоків Пуассона і Ерланга різної кратності.

Практична цінність полягає у наступному: розроблена автоматизована технологія транспортування контейнерів залізницею при здійсненні інтермодальних перевезень надасть можливість усім учасникам процесу в оперативному режимі приймати швидкі раціональні рішення щодо усунення затримок у перевізному процесі при мінімальних експлуатаційних витратах в умовах невизначеності.

Результати роботи впроваджено при управлінні транспортуванням контейнерів у складі системи інтермодальних перевезень на базі відділу філіалу «Центр транспортного сервісу «Ліски» акціонерного товариства «Українська залізниця», у навчальному процесі Українського державного університету залізничного транспорту (УкрДУЗТ).

Практичне використання результатів роботи підтверджено актами впровадження.

#### Повнота викладу матеріалів дисертації

Дисертація у повному обсязі відповідає поставленій меті та задачам. Основні результати дисертаційних досліджень викладено у 31 науковій праці, з яких одинадцять статей опубліковано у фахових наукових виданнях, затверджених МОН України (чотири з них включено до міжнародних наукометричних баз, у тому числі дві – до бази Scopus), і шістнадцять праць апробаційного характеру, чотири додаткових праці.

#### Аналіз змісту дисертації

У вступі відображено основні дані, що характеризують роботу, а саме: актуальність теми, мета, задачі, об'єкт та предмет дослідження, наукова новизна та практична цінність дисертаційної роботи.

У *першому розділі* наведено результати аналізу обсягів вантажних перевезень України різними видами транспорту. Проаналізовано рівень контейнеризації та наведені основні показники обсягів перевалки контейнерів в країнах Європи. Досліджено технологію обробки контейнерів на залізничних станціях відправлення та перевалки контейнерів у портах України. Виявлено, що значні простой контейнерів виникають у зв'язку з неузгодженістю роботи портів і залізничних термінальних станцій, які сягають близько 8 діб.

У *другому розділі* формалізовано процес планування організації транспортування контейнерних партій залізницею до морських портів у складі інтермодальних перевезень у вигляді задачі стохастичного програмування, основа якої була представлена оптимізаційною моделлю. В результаті оптимізації даної моделі можуть бути визначені моменти закінчення накопичення та спосіб транспортування контейнерних партій одночасно по всіх термінальних станціях полігону, які відповідають мінімуму експлуатаційних витрат.

У *третьому розділі* розроблено модель прогнозування інтенсивності потоку надходження контейнерів на основі рекурентних нейронних мереж глибинного навчання та було її реалізовано у вигляді програмного продукту у середовищі Matlab. У результаті проведеного на реальних даних моделювання було встановлено, що похибка прогнозу знаходиться у межах 6%, що дозволяє віднести розроблену прогнозну модель до класу високоточних моделей.

З урахуванням розробленої схеми відображення функцій умовної інтенсивності запропоноване їх представлення в аналітичному вигляді без застосування параметричної форми запису, що дозволяє уніфікувати формалізацію параметрів процесу надходження контейнерів до термінальних станцій у вигляді функцій інтенсивності, а також автоматизувати процес їх інтегрування та обчислення складових цільової функції оптимізаційної моделі.

Оптимізацію моделі управління транспортування контейнерів залізницею при здійсненні інтермодальних перевезень було здійснено за методом імітації відпалу. Наявність мінімуму цільової функції, який відповідає прийнятному рівню витрат, додатково свідчить про адекватність моделі. Його величина дорівнює 3993,86 грн/конт. і є співставною з середнім питомим значенням собівартості транспортування контейнерів від термінальних станцій до морських портів в Україні.

*Четвертий розділ* присвячено удосконаленню інформаційно-керуючої системи управління залізничними перевезеннями шляхом інтеграції систем підтримки прийняття рішень (СППР) при транспортуванні контейнеропотоків на АРМи оперативних працівників. Запропонована автоматизована технологія організації процесу доставки контейнерів залізничними шляхами при здійсненні інтермодальних перевезень дозволяє використовувати системний ефект при взаємодії термінальних залізничних станцій і морських портів. Як показали результати досліджень у розділах 2, 3, впровадження даної технології призведе до зниження більш ніж на 10 % собівартості сухопутної частини транспортування контейнерів у міжнародному сполученні.

Кожен розділ дисертації закінчується відповідними висновками.

У *загальних висновках* викладені найбільш важливі наукові та практичні результати, що одержані в дисертаційному дослідженні і відповідають поставленій мети та задачам дослідження. Автореферат і дисертація мають ідентичну структуру. Зміст автореферату відповідає основним положенням і висновкам дисертації.

*Відповідність паспорту спеціальності.* Дисертація відповідає паспорту дисертації 05.22.01 –транспортні системи, а саме пунктам:

розроблення моделей прийняття рішень суб'єктами транспортних ринків із доставки різних вантажів у регіональних, міжрегіональних і міжнародних сполученнях;

розроблення теорії та наукових основ організації транспортних процесів і систем;

закономірності формування транспортних потоків і розроблення системи організації руху та технології управління ними.

*Зауваження до дисертаційної роботи*

1. В тексті дисертації використовується різна термінологія для позначення одних і тих самих понять («станція відправлення» та «термінальна залізнична станція»). На наш погляд необхідно дотримуватись однакових термінів.
2. На початку дисертації у вигляді окремого списку було б доцільно привести перелік умовних позначень та основних скорочень.
3. В 1-му розділі доцільно б було привести статистичні дані з масштабом, який відповідав би оперативному та тактичному терміну планування.
4. У розділі 3 на стор. 118 на рисунку 3.13 доцільно надати пояснення кумулятивної функції інтенсивності складових потоків.
5. На стор. 94 зазначено, що перший доданок формули 2.15 на стор. 92 представляє витрати у процесі накопичення контейнерних партій на термінальних станціях в наявному вигляді. Однак не наведено детальних пояснень того, як саме цей доданок, основною складовою якого є інтеграл по часу від функціоналу  $W$  зі змінною верхньою межею  $\tau$ , формалізує ці витрати.
6. На стор. 48 у ході статистичного аналізу даних було доведено, що величина часового інтервалу між надходженнями контейнерних партій від припортових станцій до портів підпорядковується закону Ерланга. Цю випадкову величину у формулі 2.15 також представлено за допомогою квантіля даного закону розподілу. Однак, доцільно було б надати пояснення причин виникнення даного закону.

Загальні висновки та оцінка дисертації щодо

її відповідності чинним вимогам

Незважаючи на зазначені зауваження, загальна оцінка дисертаційної роботи залишається позитивною. Кваліфікаційна наукова праця Колісник Аліни

Володимирівни на тему "Формування автоматизованої технології транспортування контейнерів залізницею на основі теорії випадкових потоків" містить в собі результати дослідження, які мають як наукову так і практичну цінність для підвищення ефективності контейнерних інтермодальних перевезень.

Актуальність теми дисертаційного дослідження, наукова новизна, достовірність отриманих результатів відповідають вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а саме пунктам 9, 11, 12, 13 та 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 24.07.2013 № 567 (зі змінами), а її автор, Колісник Аліна Володимирівна, заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01–транспортні системи.

Офіційний опонент:

кандидат технічних наук,  
доцент кафедри управління  
експлуатаційною роботою  
Дніпровського національного  
університету залізничного  
транспорту ім. академіка В. Лазаряна

