

## Відгук офіційного опонента

д-ра техн. наук, професора Мачаліна Ігоря Олексійовича на дисертаційну роботу Слободянюка Максима Едуардовича «Розвиток теоретичних основ підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту в складних виробничих системах», що представлена на здобуття наукового ступеню доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

**Актуальність теми дисертації, зв'язок з науковими програмами.** Світовий розвиток транспортної галузі іде шляхом прискорення та розширення мережи доставки вантажів. Затребуваними залишаються лише ті перевізники, які беруться за процес транспортування вантажу «від дверей до дверей» кількома видами транспорту. Це викликає необхідність шукати та впроваджувати нові технології, методи та засоби транспортування. Саме на це спрямований широкий розвиток інтермодальних перевезень, де в процесі транспортного забезпечення приймають участь різні види транспортних засобів.

В теперішній час можна констатувати, що експлуатаційні характеристики засобів транспорту та розвиток інфраструктури не у повній мірі відповідає сучасним вимогам. Необхідно знаходити та реалізовувати нові наукові підходи до реалізації таких видів перевезень. Одним зі шляхів досягнення цієї мети є підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту, що функціонують в складних системах. Для цього потрібно використати системний підхід до моделювання процесів експлуатації та встановити показники ефективності експлуатації засобів транспорту в складних системах.

Таким чином проблема, що вирішується в роботі Слободянюка М. Е., а саме розвиток теоретичних основ підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту з урахуванням особливостей їх використання в виробничих системах з різними видами транспорту, є досить актуальною. Постановка цієї проблеми обумовлена сучасним розвитком теорії експлуатації засобів транспорту, теорії системного аналізу, технологій виробництва та обслуговування засобів транспорту. Вирішення означеної наукової проблеми дозволить визначити нові підходи до вдосконалення транспортного забезпечення в сучасних умовах.

Дослідження, представлені в дисертаційній роботі Слободянюка М. Е. проводяться на виконання Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року (розп. КМУ від 30 травня 2018 р. № 430-р); «Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період до 2020 року», затвердженої наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 08.01.2008 р. №7;

Наукові результати отримані при виконанні держбюджетних науково-дослідних робіт, зокрема: «Розробка методів логістичного забезпечення енергозберігаючих технологій і транспортно-складської обробки вантажопотоків» № д/р 0110И0020106; «Розробка технологій формування і обробки вантажопотоків у транспортних коридорах, що мінімізують витрати на логістичне

обслуговування і стимулюють соціально-економічний розвиток регіонів» № д/р 0112И000219.

Таким чином вважаю, що дисертаційна робота Слободянюка М. Е. є актуальною.

**Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій.** Отримані в дисертації наукові результати вважаю достатньо обґрунтованими та достовірними. Це обумовлено структурою наукового дослідження, що є логічною та послідовною. Виходячи із завдань, що ставив здобувач, використовувалися відповідні сучасні методи, а саме: методи теорії системного аналізу, методи теорії випадкових процесів, графоаналітичні методи та теорія множин, кластерний підхід. Для структурно-параметричного синтезу та підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту використовувалась теорія графів, метод Парето, структурний аналіз. При розробці моделей експлуатації використовувалися теорія динамічного програмування, методи статистичних досліджень, оптимізаційні методи дослідження операцій та теорія масового обслуговування.

Достовірність одержаних наукових результатів підтверджується задовільною збіжністю розрахункових та експериментальних даних, що обумовлено відповідністю сформованих моделей характеру вирішуваних задач.

**Новизна наукових положень.** У дисертаційній роботі вирішено актуальну наукову проблему розвитку теоретичних основ підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту з урахуванням особливостей їх використання в виробничих системах з різними видами транспорту.

Вперше:

- на основі аналізу і особливостей функціонування та експлуатації засобів транспорту різних видів розроблено математичні моделі та методи побудови та переформування складних виробничих систем з використанням їх структурного індексу, що дозволяє визначити кількість структурних рівнів системи яка розглядається;

- розроблено метод визначення економічного критерію ефективності експлуатації засобів транспорту, який відрізняється тим, що ґрунтується на показниках декількох видів транспорту та дозволяє врахувати технічні характеристики транспортних засобів і параметри транспортної інфраструктури;

- розроблено метод структурування засобів транспорту та виробничих систем за їх роллю та призначенням при наявності транспортного коридору і без нього, що дозволяє диференційовано підійти до інтенсивності їх обслуговування і витрат на це ресурсів.

Найшли подальший розвиток:

- теоретичні основи технології зниження шкідливого впливу на оточуюче середовище від експлуатації автомобільних транспортних засобів, що дозволяє зменшити їх шкідливі викиди та підвищити паливну економічність.

- метод моделювання параметрів верхньої будови залізничних колій для пропуску великовагових та великогабаритних вантажів, який дозволяє підвищити ефективність експлуатації транспорту за рахунок продовження терміну служби елементів залізничної колії і підвищення швидкості руху;

- метод підвищення ефективності експлуатації трубопровідного транспорту за рахунок зниження експлуатаційних витрат, який відрізняється тим, що дозволяє визначити коефіцієнт використання кожного елементу трубопровідних систем та виконати більш ефективний розподіл експлуатаційного навантаження на окремі їх елементи.

- модель стійкості автомобільного транспортного засобу та припустимої швидкості руху в максимально навантажених виробничих системах, яка відрізняється тим, що дозволяє визначити раціональні режими експлуатації вантажних автомобілів на криволінійних ділянках;

- концепція організації експлуатації засобів транспорту в прикордонних регіонах, що дозволяє залучити додаткові, як зовнішні, так і внутрішні вантажопотоки.

Це дає підстави стверджувати, що дисертаційна робота має наукову новизну.

**Практична значущість отриманих результатів.** Практична значущість роботи ґрунтується на тому, що вона дає можливість розробити заходи підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту та отримати оновлені технологічні процеси, що дозволять знизити собівартість та час перевезень, більш якісно використовувати характеристики транспортних засобів та удосконалити інфраструктуру мереж транспорту.

Алгоритм роботи системи керування рухом автомобільного транспорту, представлений в дисертації, є підґрунтям для реалізації пристрою для визначення максимально дозволеної швидкості автомобіля, структура якого теж розроблена в роботі (підтверджується патентом України №91540). Основні теоретичні положення роботи впроваджено на промислових підприємствах.

Таким чином вважаю, що робота має необхідну практичну значущість.

**Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому і зауваження до оформлення.** робота включає вступ, сім розділів, висновки, перелік використаних джерел та додатки. Загальний обсяг роботи 399 сторінок, обсяг основного тексту 285 с. Дисертація в повному обсязі відповідає меті та завданням згідно із затвердженою темою роботи.

*Вступ* містить необхідні елементи, встановлені «Вимогами до оформлення дисертацій та авторефератів дисертацій». Тут обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та задачі дослідження, наведено наукову новизну та практичну значущість роботи, відмічений особистий внесок здобувача, апробація результатів дослідження.

*Перший розділ* представляє собою аналіз сучасного стану теорії і практики проектування, розвитку та функціонування засобів транспорту при експлуатації



різних видів транспорту. Аналіз структури виробничих систем дозволив автору стверджувати, що їх треба розглядати як транспортну мережу, обладнану інфраструктурою, яка забезпечує обробку та просування вантажів. Виходячи з цього аналізу автор робить висновок, про необхідність вдосконалення методології і наукових основ експлуатації засобів транспорту, що функціонують в складних виробничих системах з різними видами транспорту

*Другий розділ* присвячений розгляду складної виробничої системи як сукупності засобів транспорту, транспортних шляхів, вузлів, складських та термінальних комплексів розподільчих центрів та інших елементів інфраструктури, що забезпечують можливість просування вантажів при виробничо-господарській діяльності підприємств. Автор сформулював типові задачі, які виникають при формуванні структури і організації експлуатації засобів транспорту в системах, а також відповідні етапи їх вирішення. Структурний аналіз територіальних виробничих систем дає можливість визначити склад, властивість, характер і особливості взаємодії окремих елементів в процесі функціонування і дати оцінку можливості пристосування таких систем до рішення задач визначених їх цільовому призначенню.

У *третьому розділі* виконано структурно-параметричний синтез і оптимізацію експлуатації засобів транспорту в багаторівневих виробничих системах. Автор сформулював цільові функції експлуатації складних виробничих систем: для регіонального рівня ціллю є мінімізація довжини усіх транспортних шляхів цього рівня; для міжрегіонального рівня цільова функція являє собою мінімізацію часу проходження вантажу по ділянці. В якості заходів досягнення цілі мінімізації часу автор пропонує вдосконалення організації руху, створення покращеної інфраструктури, удосконалення технологій просування вантажів та ін.

Автор удосконалив підхід до структурної оптимізації регіонального рівня складної виробничої системи, сутність якого полягає в наступному. Регіональний рівень формується на основі сукупності кластерів і забезпечує цілісність усієї мережі. Головним принципом формування цього рівня є мінімізація загальної довжини усіх транспортних шляхів, що знижує витрати на їх створення та експлуатацію шляхів та транспортних засобів.

У *четвертому розділі* розглянуто метод формування транспортного коридору на основі об'ємів перевезень і експлуатаційних витрат. Формування транспортних коридорів має декілька цілей і у тому числі: технічні, економічні, соціально-політичні та екологічні. В якості характеристики ефективності експлуатації системи обрано автор наводить інтегральний показник, до якого входять відносні величини у нормованому вигляді, а саме: витрати, пов'язані з експлуатацією транспортних засобів; витрати пов'язані з експлуатацією дорожньої інфраструктури; інтенсивність завантаження виробничої системи; обсяг перевезених вантажів окремих клієнтів (споживачів, постачальників); обсяг транспортної роботи системи (потужність споживача, постачальника); втрати від забруднення навколишнього середовища на переміщення транспортного засобу. Таким чином автору вдалось поєднати та оцінити максимальну кількість

значущих факторів, що впливають на ефективність функціонування засобів транспорту в складних системах.

Автор наводить отриману формулу для визначення швидкості пересування транспортного засобу в залежності від умов його стійкості. В цьому виразі автор використав такий показник, як коефіцієнт зниження швидкості від інтенсивності нарощування поперечної інерційної сили при проходженні кривих  $k_p$ . При тому, що це дійсно важливий показник, який потрібно враховувати, на жаль автор не навів методики його отримання, зіславшись лише на експериментальний графік на рисунку 4.3.

Для опису процесів стикування залізничних перевезень з водним транспортом автор розробив модель взаємодії залізниці і порту, що враховує і додаткові витрати від затримки навантаження чи вивантаження судна через недопоставку порожніх вагонів з різних дільниць. Цю задачу дисертант пропонує вирішити з використанням метода «транспортної задачі» матричним чи мережевим способом.

*П'ятий розділ* присвячений розгляду моделювання і оптимізації параметрів верхньої будови залізничних колій. Розроблено метод перевірки вписування транспортерів з балансирними та безбалансирними візками у проблемні місця системи, а також визначення динамічного навантаження.

Автор поставив собі завдання визначити параметри деформації рейки у містах стику та вибрати жорсткість підрейкової основи. Вирішення цієї задачі полягає в визначенні взаємодії колеса рухомого складу і рейковому шляху зі ступінчастою жорсткістю, який лежить на Вінклеровій основі. Для спрощення моделі розглянуто одну рейкову нитку яка складається із рейок різних марок і різної лінійної жорсткості. Узагальнену модель запропоновано використовувати для різних конструкцій рухомого складу, рейкового шляху та різних типів пружної підрейкової основи.

*У шостому розділі* розглянуто питання формування інфраструктури для обробки матеріальних потоків. Особливу роль інфраструктури для України визначається тим, що економіка держави транспортно-затратна. Автор визнає ефективною обробку і пропуск транзитних вантажів. Тому необхідним є створення умов для притягання транспортних вантажопотоків і формування місцевих, для їх пропуску через обладнанні відповідним чином територіально-виробничі утворення на прикордонних територіях у вигляді логопарків.

Враховуючи резерви провізної і пропускнує спроможності, Україна має усі технічні і технологічні можливості для пропуску додаткових об'ємів вантажопотоків і отримати такі необхідні валютні надходження в державний бюджет. Розроблено метод і алгоритм створення логопарку, який складається з декількох етапів: від вибору підприємств учасників проекту до аналізу ризиків реалізації проекту та розгляду соціально-економічних аспектів реалізації.

*У сьомому розділі* розглянуто питання оцінки та шляхів зниження витрат від забруднення оточуючого середовища при функціонуванні систем трубопровідного та автомобільного транспорту, як таких, що за ступенем ризику завдання шкоди оточуючому середовищу є найбільш небезпечними.

Автор наводить три аспекти охорони оточуючого середовища при експлуатації засобів транспорту. Перший – це зниження витрат палива. Другий – це забруднення повітря та прилеглої території. Третій – це створення комфортного середовища мешкання в населених пунктах і протягом усієї траси.

Чим швидше на більшій швидкості транспортний засіб проходить ділянку при оптимальному режимі, тим менше шкідливих викидів на ній залишається. Зараз швидкість руху регулюється дорожніми знаками в залежності від категорії траси, території її проходження та інших дорожніх умов. Такий адміністративний метод регулювання спрямований лише на забезпечення безпеки руху і не враховує екологічного аспекту, не сприяє реалізації оптимальних технічних параметрів транспортного засобу.

Аналіз швидкісних характеристик двигунів різних автомобілів показав, що найбільш економічний режим за витратою палива збігається з максимальним крутним моментом за числом обертів. Оптимальні швидкості автомобілів у багатьох випадках перевищують 100 км/год. Таким чином, для зменшення шкідливих викидів автор пропонує ввести динамічне регулювання швидкості де це можливо за обставинами та умовами.

При експлуатації трубопровідного транспорту автор вказує на необхідність правильного розподілу експлуатаційного навантаження на окремі елементи системи та оцінки періодів їх обслуговування, як за часом, так і за витратами. Для цього розроблено метод підвищення ефективності експлуатації трубопровідного транспорту, що дозволяє визначити коефіцієнт використання кожного елементу відновлюваних трубопровідних систем і відповідно розподілити витрати на підтримання їх у робочому стані. Запропоновано новий підхід до оцінки ефективності функціонування систем трубопровідного транспорту. Він враховує надійність окремих елементів та характер розподілу транспортних потоків з наступною системною інтеграцією ланок на базі початкової структури. Це дозволяє визначити показник ефективності функціонування всієї системи та коефіцієнт її використання.

**Список використаних джерел** складається з 249 найменування. Автор використовує як класичні праці з теорії системного аналізу, теорії імовірностей, так і сучасні джерела, що описують стан теорії та шляхи підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту.

**У додатках** розкриті деякі обчислення, на які спирається автор в своїх дослідженнях та наведено матеріали, що підтверджують впровадження результатів дисертаційної роботи.

**Завершеність роботи, стиль викладення, публікації.** Побудова дисертації Слободянюка М. Е. відповідає класичній структурі наукових досліджень, тобто має такі елементи: дослідження стану обраної проблеми та аналіз шляхів її вирішення, розробка теоретичного підґрунтя вирішення проблеми та методології впровадження результатів дослідження, оцінка ефективності впровадження.

Наукові результати роботи представлено у 25 наукових працях, Автор має 8 публікацій у закордонних виданнях та 14 статей у фахових виданнях



України, що затверджені Міністерством освіти і науки. Отримано патент на корисну модель. Дванадцять статей включені до міжнародних наукометричних баз даних (Index Copernicus, РИНЦ, та ін.), три статті включено до бази Scopus.

Структура та зміст автореферату ідентичні до основних положень та висновків у дисертації. Оформлення дисертації та автореферату відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України.

**Основні недоліки та зауваження.** За результатами розгляду дисертаційної роботи Слободянюка Максима Едуардовича потрібно відмітити такі недоліки:

1. При формулюванні наукової новизни у частині «Дістала подальшого розвитку» не у повній мірі визначено відмінність отриманих результатів від відомих.

2. В роботі наведено розширений аналіз праць в області моделювання та оптимізації параметрів роботи транспорту в складних системах. Але на жаль мало представлено робіт, що висвітлюють перспективні світові тенденції з цього напрямку.

3. Структура та зміст першого розділу не є вдалою, на мою думку. Частина матеріалу можливо було представити у додатках та розподілити між розділами відповідно до задач дослідження. Пункт 1.4. – «Аналіз екологічної безпеки на транспорті» взагалі складається з однієї сторінки. Цього замало для достатнього аналізу.

4. При визначенні критерію оптимальності експлуатації засобів транспорту в складних системах (сторінка 50) автор вводить величину  $T$  – показник технічних параметрів засобів транспорту. Ця ж величина є обмеженням на використання оптимізаційної моделі. В роботі не достатньо пояснено фізичний смисл цього показника, його величини вимірювання та інтервал визначення.

5. В розділі 3 дисертант виконує вибір цільових функцій при вирішенні завдання синтезу і оптимізації функціонування засобів транспорту в багаторівневих системах. Отримано цільові функції (3.3) та (3.4) – мінімізація шляху і мінімізація часу. Але ці функції так і залишились не використаними у подальшій оптимізації функціонування засобів транспорту в складних системах. А формула (3.4) судячи з логіки дослідження, має помилку, так як не представлено її цільове значення.

6. Підрозділ 4.3.6. – «Потенціал транспортних коридорів України з ділянками морських перевезень і шляхи його реалізації» мені вважається не вдалим з точки зору завдань дослідження. Він перевантажений відомостями про географічні та економічні характеристики транспортного забезпечення України, про вплив контролюючих органів і т. і. Можливо тут варто було більше уваги приділити тому, яким чином можна удосконалити засоби транспорту, що задіяні в транспортних коридорах.

7. В дисертації нажаль зустрічаються деякі помилки редакційного та стилістичного плану (сторінки 63, 115, 121, 209).

## Висновки

Наведені недоліки та зауваження до дисертаційної роботи не ставлять під сумнів обґрунтованість та наукову цінність отриманих результатів. Аналіз результатів кандидатської дисертації автора не виявив збігу з представленою роботою. В цілому можна відзначити високий рівень дослідження, його логічну побудову та новизну. Це дає підстави охарактеризувати дисертаційну роботу Слободянюка М. Е. як завершену наукову працю, результатом якої є вирішення наукової проблеми розвитку теоретичних основ підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту з урахуванням особливостей їх використання в виробничих системах з різними видами транспорту.

Враховуючи актуальність теми роботи, наявну наукову новизну, її значення з точки зору практичного використання, кількість публікацій та апробації результатів досліджень, вважаю, що дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, та паспорту наукової спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту, а Слободянюк Максим Едуардович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук.

Професор кафедри телекомунікаційних та  
радіоелектронних систем факультету аеронавігації,  
електроніки та телекомунікацій  
Національного авіаційного університету  
Міністерства освіти і науки України,  
доктор технічних наук, професор



Мачалін І. О.

