

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний Університет
«Дніпровська політехніка»

Механіко-машинобудівний факультет
(факультет)

Кафедра Управління на транспорті
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Гождяка Івана Руслановича
(ПІБ)

академічної групи 275м - 23 - 2
(шифр)

спеціальності 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
(код і назва спеціальності)

на тему: Обґрунтування ефективної транспортної технології
транспортуювання продукції агропромислового комплексу (зерно)
вантажним автомобільним транспортом методами нечіткої логіки
(для умов промислово-транспортного підприємства
ТОВ «Укравтологістика», м. Одеса, Україна)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	<i>Дерюгін О.В.</i>			
розділів:				
1 Розділ	<i>Дерюгін О.В.</i>			
2 Розділ	<i>Дерюгін О.В.</i>			
3 Розділ	<i>Дерюгін О.В.</i>			
4 Розділ	<i>Романюк Н.М.</i>			

Рецензент	<i>Ащеулова О.М.</i>			
-----------	----------------------	--	--	--

Нормоконтролер	<i>Федоряченко С.О.</i>			
----------------	-------------------------	--	--	--

Дніпро
2024

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний Університет
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
Управління на транспорті

(повна назва)

Гаран І.О.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«___» _____ 20__ року

(дата)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеня магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Гождяку І. Р.
(прізвище та ініціали)

академічної групи 275М - 23 - 2
(шифр)

спеціальності 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
(код і назва спеціальності)

на тему: Обґрунтування ефективної транспортної технології
транспортування продукції агропромислового комплексу (зерно)
вантажним автомобільним транспортом методами нечіткої логіки
(для умов промислово-транспортного підприємства
ТОВ «Укравтологістика», м. Одеса, Україна)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
1 Розділ	Див. додаток до завдання	
2 Розділ	Див. додаток до завдання	
3 Розділ	Див. додаток до завдання	
4 Розділ	Див. додаток до завдання	

Завдання видано

(підпис керівника)

Дерюгін О.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видчі завдання: _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання

(підпис студента)

Гождяк І. Р.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 103 стор. (основна частина 67 стор.), 15 рис., 37 табл., 5 додатків, 48 джерел та 20 листів графічного матеріалу, оформленого у вигляді альбому (матеріали для презентації).

Об'єкт дослідження – транспортний процес вантажних автомобільних перевезень (далі - ВАП) продукції агропромислового комплексу (далі - зерно) основним споживачам рухомим складом (далі - РС)) промислово-транспортного підприємства ТОВ "Укравтологістика" (далі - АП).

Предмет дослідження - методологія прийняття управлінського рішення (далі - УР) з вибору ефективної транспортної технології перевезення зерна у відповідності до умов транспортного процесу на основі цільових (еталонних) показників.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування алгоритму прийняття ефективного УР з вибору ефективної транспортної технології перевезення зерна РС АП у відповідності до умов транспортного процесу на основі цільових (еталонних) показників.

Методи дослідження - достовірність і обґрунтованість дослідження забезпечено використанням наступних методів - теорії прийняття УР, методів нечіткої логіки: методу "fuzzy Decision Making Trial and Evaluation" (далі – метод "fuzzy Dematel) і методу "Gray Relational Analysis" (далі – метод GRA).

Наукове значення роботи полягає у поєднанні основних груп і базових показників в алгоритмі прийняття УР з вибору ефективної транспортної технології перевезення зерна за допомогою методу "fuzzy Dematel і методу GRA, що дозволило визначити базові показники транспортної технології перевезення зерна на основі їх причинно-наслідкових взаємозв'язків та проаранжувати групи показників з виявленням вагових коефіцієнтів.

Практичне значення отриманих результатів. Запропонована методика може використовуватися на АП, які здійснюють ВАП сипких вантажів.

ЗЕРНО, ТРАНСПОРТНИЙ ПРОЦЕС, ВАНТАЖНІ АВТОМОБІЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, МЕТОД FUZZY DEMATEL, МЕТОД GRAY RELATIONAL ANALYSIS, УПРАВЛІНСЬКЕ РІШЕННЯ

ЗМІСТ

	ВСТУП.....
1. РОЗДІЛ	ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ АЛГОРИТМУ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНА МЕТОДОМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ.....
1.1	Теоретичний аналіз актуальність теми дослідження.....
1.2	Теоретичний аналіз методології дослідження показників, які впливають на прийняття управлінських рішень обґрунтування ефективної транспортної технології перевезення зерна методами нечіткої логіки.....
1.2.1	Теоретичний аналіз використання методу fuzzy Dematel в процесі прийняття управлінських рішень з обґрунтування ефективної транспортної технології перевезення зерна.....
1.2.2	Теоретичний аналіз використання методу GRA в процесі прийняття управлінських рішень з обґрунтування ефективної транспортної технології перевезення зерна.....
	Висновки по розділу.....
2. РОЗДІЛ	АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВО- ТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА ТОВ "УКРАВТОЛОГІСТИКА".....
2.1	Аналіз транспортної діяльності і загальна характеристика промислово-транспортного підприємства.....
2.2	Аналіз техніко-експлуатаційних та економічних показників діяльності автотранспортного підприємства.....
2.3	Характеристика зернового вантажу.....
2.4	Аналіз основних етапів транспортного процесу перевезення зернового вантажув автомобільним транспортом.....

2.5	Розрахунок показників причино-наслідкового впливу на прийняття управлінського рішення з вибору ефективної транспортної технології транспортування зерна методом нечіткої логіки - fuzzy Dematel.....
2.6	Постановка задачі дослідження в кваліфікаційній роботі..... Висновки по розділу.....
3	РОЗДІЛ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНА МЕТОДОМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ.....
3.1	Обґрунтування транспортної технології перевезення зерна вантажним автомобільним транспортом.....
3.2	Результати вибору ефективної транспортної технології перевезення зерна вантажним автомобільним транспортом.....
3.3	Обґрунтування ефективного рухомого складу для перевезення зерна...
3.3.1	Обґрунтування ефективного сідельного тягача для перевезення зерна..
3.3.2	Обґрунтування ефективного самоскидного напівпричепа для перевезення зерна..... Висновки по розділу.....
4	РОЗДІЛ ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ З ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА.....
4.1	Розрахунок інвестиційного проекту з придбання перспективного рухомого складу для транспортування зернового вантажу..... Висновки по розділу..... ВИСНОВКИ..... СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... СПИСОК РИСУНКІВ І ТАБЛИЦЬ.....

ДОДАТКИ

Додаток А

Результати розрахунку показників причино-наслідкового впливу на прийняття УР з вибору ефективної транспортної технології транспортування зерна методом fuzzy Dematel.....

Додаток Б

Технічна характеристика сідельних тягачів.....

Додаток В

Технічна характеристика напівпричіп моделі - Vodex KIS 3WA2 HP, 24 м³.....

Додаток Г

Відзив керівника кваліфікаційної роботи.....

Додаток Д

Рецензія на кваліфікаційну роботу.....

ВСТУП

Автомобільний транспорт відіграє важну роль в агропромисловому комплексі. Він є основним видом транспорту в ланцюзі доставки вирощеної сільськогосподарської продукції до місць зберігання або до основних споживачів цієї продукції. Витрати на транспортне обслуговування в завбільшки формують вартість цієї продукції. З одного боку, цей процес формує попит у споживачів, населення. З іншого вони (витрати) впливають на прибуток сільськогосподарського підприємства. Що до останнього є дуже чутливим показником.

Перед тим як доставити вирощеною продукцію до споживача, аграрій ще на весні вкладає дуже великі кошти в посівний матеріал, в ремонт сільськогосподарської техніки, в добрива, на оплату праці найманих робітників та ін. Ризик є дуже великий, тому що є велика ймовірність впливу дуже великої кількості небезпечних чинників, які впливають на здобуття майбутнього врожаю. Серед яких можна відмітити наступні: кліматичні фактори (зміна кліматичних умов), енергетичного фактору (постійне підвищення вартості паливо-мастильних матеріалів), транспортного фактору (наявність ефективної автомобільної техніки в справному стані) людського фактору (нестача, відтік робочої сили) та ін. Тому необхідно дуже ретельно прораховувати можливі небезпеки з метою мінімізації або прояву можливих небезпек.

Дуже впливовим фактором в цьому процесі є фактор, який пов'язаний з наявністю ефективного автомобільного транспорту в справному стані. Велика кількість агропромислових підприємств має на власному балансі автомобільну техніку. Але не кожне агропромислове підприємство (окрім великих Агро холдингів) може похизуватися що вона нова (до трьох років експлуатації), відповідає вимогам і правилам перевезення сільськогосподарської продукції і знаходиться в справному стані.

В основі організації транспортного процесу ВАП перевезення сільськогосподарської продукції є концепція, яка базується на наступних принципах: використання ефективного вантажного автомобільного транспорту для здійснення транспортування вирощеної сільськогосподарської продукції до місць зберігання або до

основних споживачів цієї продукції з мінімальними фінансовими витратами, без втрат, з мінімальною енергоємністю транспортного процесу.

Тобто з вищенаведеного аналізу, можна сформулювати актуальну проблему запропонованого дослідження, яка полягає в визначенні ефективної транспортної технології перевезення агропромислової продукції у відповідності до умов транспортного процесу на основі цільових (еталонних) показників, які базуються на аналізі факторів основних етапів елементарного транспортного процесу. Вирішення цієї проблеми можна досягти з використанням методів нечіткої логіки, які дозволяють отримати задовільний результат в умовах невизначеності нестохастичної природи транспортного процесу перевезення відповідного типу вантажу.

Об'єктом дослідження є транспортний процес ВАП продукції агропромислового комплексу зерна основним споживачам РС АП.

Предметом дослідження є методологія прийняття УР з вибору ефективної транспортної технології перевезення зерна у відповідності до умов транспортного процесу на основі цільових (еталонних) показників.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування алгоритму прийняття ефективного УР з вибору ефективної транспортної технології перевезення зерна РС ПТП у відповідності до умов транспортного процесу на основі цільових (еталонних) показників.

Наукове значення роботи полягає у поєднанні основних груп і базових показників в алгоритмі прийняття УР з вибору ефективної транспортної технології перевезення зерна за допомогою методу "fuzzy Dematel і методу GRA, що дозволило визначити базові показники транспортної технології перевезення зерна на основі їх причинно-наслідкових взаємозв'язків та проаранжувати групи показників з виявленням вагових коефіцієнтів.

Практичне значення отриманих результатів. Запропонована методика може використовуватися на АП, які здійснюють ВАП сипких вантажів.

ВИСНОВКИ

Метою магістерської кваліфікаційної роботи – є обґрунтування алгоритму прийняття ефективного УР з вибору ефективної транспортної технології перевезення зерна РС АП у відповідності до умов транспортного процесу на основі цільових (еталонних) показників.

В першому розділі кваліфікаційної роботи проведені дослідження, які спрямовані на визначення теоретичних аспектів алгоритму прийняття УР обґрунтування ефективної транспортної технології перевезення зерна методами нечіткої логіки.

Проведено аналіз літературних джерел, в яких розглянуті розв'язання аналогічних завдань. Визначенні їх переваги і недоліки, а також аргументовано вказано про відмінність запропонованого алгоритму дослідження від відомих досліджень.

Проведено теоретичний аналіз методології дослідження показників, які впливають на прийняття УР обґрунтування ефективної транспортної технології перевезення зерна методами нечіткої логіки. Для вирішення запропонованого завдання проведено теоретичне дослідження використання методів нечіткої логіки - методу fuzzy Dematel і методу GRA.

Виходячи з аналізу предметної області, можна визначити мету дослідження в кваліфікаційній роботі, яка полягає у розробці процесу визначення базових показників для вибору ефективної транспортної технології перевезення зерна на основі цільових (еталонних) показників. Поставлена мета потребує вирішення наступних задач:

- перша - ранжування самих показників і визначення базових методом fuzzy Dematel;
- друга - вибір ефективної транспортної технології перевезення зерна на основі цільових (еталонних) показників.

В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено аналіз транспортної діяльності і надана загальна характеристика АП. З проведеного аналізу можна зробити висновок, що АП має основний напрямок транспортної діяльності – надання транспортних послуг ВАП зернового вантажу і займає конкурентні позиції на відповідному ринку перевізників в своєму регіоні. Основним напрямком транспортної

роботи АП є організація перевезення зернових вантажів. Дані аналізу свідчать, що АП на зазначеному періоді часу, що розглядається в кваліфікаційній роботі – має позитивні показники динаміки розвитку ВАП відповідного сегменту, тобто зарекомендувало себе, як надійного перевізника на ринку транспортних послуг з перевезення відповідного типу вантажу.

Також проведений аналіз транспортної характеристики зернового вантажу і проведено Аналіз основних етапів транспортного процесу перевезення зернового вантажу автомобільним транспортом.

Проведено розрахунок показників причино-наслідкового впливу на прийняття управлінського рішення з вибору ефективної транспортної технології транспортування зерна методом нечіткої логіки – методом fuzzy Dematel. За результатами проведеного розрахунку визначено, що найбільший вплив мають наступні фактори, які впливають на вибір ефективної транспортної технології ВАП перевезення зерна: тариф на транспортування вантажу, швидкість транспортування вантажу, витрата ДП на 100 км, обсяг вантажу, відстань транспортування, енергоємність транспортного процесу, час, який витрачений на проведення НРР, збереження вантажу при транспортуванні, надійність перевізника, задоволеність водієм умовами праці на автотранспортному підприємстві.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи проведено дослідження процесу вибору ефективної транспортної технології перевезення зерна методом нечіткої логіки.

Проведено вибір ефективної транспортної технології перевезення зерна для відповідних умов АП, що розглядається, проведено за допомогою методу GRA за наступними показниками: тариф на транспортування вантажу; швидкість транспортування вантажу; витрата ДП на 100 км; обсяг вантажу; відстань транспортування; енергоємність транспортного процесу; час, який витрачений на проведення НРР; збереження вантажу при транспортуванні; надійність перевізника; задоволеність водієм умовами праці на АП. За результатами проведених розрахунків, можна зробити висновок, що перше місце займає транспортна технологія перевезення зерна – M_2 : вантажний автопотяг з самоскидним напівпричепом (значення розрахованої величини індексу – 0,97). Друге місце займає транспортна технологія перевезення зерна

– М4: спеціалізований контейнер для транспортування зерна, який транспортується ВА у складі: СТ + напівпричіп для транспортування контейнерів (значення розрахованої величини індексу – 0,93). Третє місце займає транспортна технологія перевезення зерна – М3: вантажний автопотяг у складі: ВА самоскид + причеп самоскид (значення розрахованої величини індексу – 0,64). Четверте місце займає транспортна технологія перевезення зерна – М1: тентований вантажний автопотяг (тарне транспортування зерна в мішках «біг-бег») (значення розрахованої величини індексу – 0,63).

Проведено вибір ефективного СТ для перевезення зерна у складі вантажного автопотяга за допомогою методу GRA за наступними показниками:

1 група. Експлуатаційні (силові, динамічні): потужність двигуна, максимальна швидкість, номінальний крутний момент, знята маса, витрата палива.

2 група. Ергономічні: зручність робочого місця водія, оглядовість, зусилля на важелі КП, інформативність приладів, висота першої сходинки від землі.

3 група. Надійності: ресурс до списання, пробіг до першого капітального ремонту, напрацювання на відмову, періодичність ТО-2, пристосованість до умов експлуатації.

Із проведених розрахунків, можна зробити висновок, що позицію лідера займає СТ моделі Renault Lander (значення розрахованої величини індексу - 0,977). На другому місці СТ моделі Scania P440 CA (значення розрахованої величини індексу - 0,960). Третє місце займає СТ моделі Volvo FH 460 (значення розрахованої величини індексу - 0,954). Четверте місце займає СТ моделі Iveco AMT Stralis (значення розрахованої величини індексу - 0,952). П'яте місце займає СТ моделі MAN TGA 33.480 (значення розрахованої величини індексу - 0,948). Шосте місце займає СТ моделі MB Actros 2548 (значення розрахованої величини індексу - 0,911).

Для умов транспортування зернового вантажу обирано самоскидний напівпричіп моделі - Vodex KIS 3WA2 HP, 24 м³.

Було проведено розрахунок інвестиційного проекту з придбання перспективного РС, який передбачає придбання 4-х вантажних автопоїздів-зерновозів у складі: СТ моделі Renault Lander + самоскидний напівпричіп моделі Vodex KIS 3WA2 HP.

Забезпечення фінансовими ресурсами розглядалося за рахунок списання та продажу вже наявного застарілого парку РС АП та отамання прибутку з майбутніх

періодів. Це дозволило визначити період окупності інвестиційних проектів, їх чисту теперішню вартість, індекс прибутковості та внутрішню норму прибутку. Отримані показники ефективності інвестиційного проекту свідчать про можливість його реалізації з використанням вантажних автопоїздів-зерновозів у складі: СТ моделі Renault Lander + самоскидний напівпричіп моделі Vorex KIS 3WA2 HP. Експлуатація запропонованого типу вантажного автопоїзду зерновозу дозволить не тільки оновити парк РС АП, а й безперебійного отримання прибутку від здійснення транспортної діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Hu, X.; Guo, J.; Zhang, Y. (2019) Optimal strategies for the yard truck scheduling in container terminal with the consideration of container clusters. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106083. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106083>.
2. Seimetz Chagas, R.D., Soares, J.B.C.O., Longhi, R.P., Vieira, B.F., de Arruda, E.F., da Silva, L.L.S.B., & Ferreira, F.V.J.M (2023). A solution framework for the integrated periodic supply vessel planning and port scheduling in oil and gas supply logistics. -[*Optimization and Engineering*](#), 24, 1115–1155. <https://doi.org/10.1007/s11081-022-09723-6>.
3. Petering, Matthew, E.H. (2011). Decision support for yard capacity, fleet composition, truck substitutability, and scalability issues at seaport container terminals. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Elsevier, 47(1), 85-103. https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2011TRPE...47...85P/doi:10.1016/j.tre.2010.07.007.
4. Wang, Q., Zhang, R., Lv, S., & Wang, Y. (2021). Open-pit mine truck fuel consumption pattern and application based on multi-dimensional features and XGBoost. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 43, 100977. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100977>.
5. Bakhtavar, E., & Mahmoudi, H. (2020). Development of a scenario-based robust model for the optimal truck-shovel allocation in open-pit mining. *Computers & Operations Research*, 115, 104539. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2018.08.003>.
6. Soofastaei, A., Aminossadati, S., Kizil, M., & Knights, P. (2016). A discrete-event model to simulate the effect of truck bunching due to payload variance on cycle time, hauled mine materials and fuel consumption. *International Journal of Mining Science and Technology*, 26, 745-752. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2016.05.047>.
7. Dulebenets, M.A. (2021). An Adaptive Polyploid Memetic Algorithm for scheduling trucks at a cross-docking terminal. *Information Sciences*, 565, 390-421. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.02.039>.
8. Theophilus, O., Dulebenets, M.A., Pasha, J., Lau, Y.-Y., Fathollahi-Fard, A.M., & Mazaheri, A. (2021). Truck scheduling optimization at a cold-chain cross-docking terminal

with product perishability considerations. *Computers & Industrial Engineering*, 156, 107240. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107240>.

9. Essghaier, F.; Allaoui, H.; Goncalves, G. Truck to door assignment in a shared cross-dock under uncertainty. *Expert Syst. Appl.* 2021, 182, 114889.

10. de Campos, R.S., Simon, A.T., & De Campos Martins, F. (2019). Assessing the impacts of road freight transport on sustainability: A case study in the sugar-energy sector. *J Journal of Cleaner Production*, 220, 995-1004. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.171>.

11. Naumov, V. Shaping a Rational Fleet Structure under Conditions of Random Characteristics of the Flow of Requests for Goods Transportation. Ph.D. Thesis, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine, 2006.

12. Chan, F.T., Jha, A., & Tiwari, M.K. (2016). Bi-objective optimization of three echelon supply chain involving truck selection and loading using NSGA-II with heuristics algorithm. *Applied Soft Computing*, 38, 978-987. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.10.067>.

13. Feng, M., & Cheng, Y. (2021). Solving truck-cargo matching for drop-and-pull transport with genetic algorithm based on demand-capacity fitness. *Alexandria Engineering Journal*, 60(1), 61-72. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.05.015>.

14. Drenovac, D., Vidović, M., & Bjelić, N. (2020). Optimization and simulation approach to optimal scheduling of deteriorating goods collection vehicles respecting stochastic service and transport times. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 103, 102097. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2020.102097>.

15. Abate, M., & de Jong, G. (2014). The optimal shipment size and truck size choice—The allocation of trucks across hauls. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 59, 262-277. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.11.008>

16. Ramazan, B., Mussaliyeva, R., Bitileuova, Z., Naumov, V., & Taran, I. (2021). Choosing the logistics chain structure for deliveries of bulk loads: Case study of the Republic Kazakhstan. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 3, 142-147. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-3/142>.

17. Naumov, V. (2017). Estimating the Vehicles' Number for Servicing a Flow of Requests on Goods Delivery. *Transportation Research Procedia*, 27, 412-419. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.12.063>.

18. De La Penã, A.G., Davendralingam, N., Raz, A.K., DeLaurentis, D., Shaver, G., Sujan, V., & Jain, N. (2019). Projecting line-haul truck technology adoption: How heterogeneity among fleets impacts system-wide adoption. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 124, 108-127. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.12.017>.
19. Kubáňová, J., Kubasáková, I., & Dočkalík, M. (2021). Analysis of the Vehicle Fleet in the EU with Regard to Emissions Standards. *Transportation Research Procedia*, 53, 180-187. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.024>.
20. Fausto, F., Reyna-Orta, A., Cuevas, E., Andrade, A., & Perez-Cisneros, M. (2020). From ants to whales: Metaheuristics for all tastes. *Artif. Intell. Rev.*, 53, 753-810. <https://doi.org/10.1007/s10462-018-09676-2>.
21. Schneider, J., & Kirkpatrick, S. *Stochastic Optimization*. Springer Science & Business Media: Berlin/Heidelberg, Germany, 2007.
22. Tsopa, V., Cheberyachko, S., Litvinova, Y., Vesela, M., Deryugin, O., & Bas, I. (2023). The Dangerous Factors Identification Features of Occupational Hazards in the Transportation Cargo Process. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 25(3), F64-77. <https://doi.org/10.26552/com.C.2023.058>.
23. Рудасьов В.Б., Редчиць В.В., Коробочка О.М. Автомобіль. Теорія експлуатаційних властивостей. – Навчальний посібник для студентів вузів фаху «Автомобілі і автомобільне господарство». – Дніпропетровськ: «Системні технології», 2001. - 287 с.
24. Marto, A., Hajihassani, M., Jahed Armaghani, D., Tonnizam Mohamad, E., & Makhtar, A.M. (2014). A novel approach for blast-induced fly rock prediction based on imperialist competitive algorithm and artificial neural network. *The Scientific World Journal*, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2014/643715>
25. Trivedi, R., Singh, T.N., & Raina, A.K. (2014). Prediction of blast-induced flyrock in Indian limestone mines using neural networks. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 6(5), 447-454. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2014.07.003>.
26. Цопа, В., Бородіна, Н., Чеберячко, С., Дерюгін, О., Гільперт, В., & Боровицький, О. (2022). Оцінка професійних ризиків водія технологічного вантажного

автомобіля для умов лісового господарства. *Social Development and Security*, 12(5), 93-110. <https://doi.org/10.33445/sds.2022.12.5.9>.

27. Дерюгін, О., Столбченко, О., Лябах, Д., & Чеберячко, Л. (2024). Обґрунтування ключових чинників щодо застосування перспективного екологічного транспорту в системі міських пасажирських перевезень. *Вісник Приазовського Державного Технічного Університету. Серія: Технічні науки*, (48), 120-134. <https://doi.org/10.31498/2225-6733.48.2024.310696>.

28. Цопа, В., Бородіна, Н., Чеберячко, С., Дерюгін, О., Гільперт, В., & Боровицький, О. (2022). Оцінка професійних ризиків водія технологічного вантажного автомобіля для умов лісового господарства. *Social Development and Security*, 12(5), 93-110. <https://doi.org/10.33445/sds.2022.12.5.9>.

29. Kaur, P., Dutta, V., Pradhan, B.L., Haldar, S., Chauhan, S. (2021). A Pythagorean Fuzzy Approach for Sustainable Supplier Selection Using TODIM. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 254894. <https://doi.org/10.1155/2021/4254894>.

30. Nayakappa P.A., Gaurish A.W., & Mahesh G. (2019). Grey Relation Analysis Methodology and its Application. *Research Review International Journal of Multidisciplinary*, 4(02), 409-411. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2578088>.

31. Tsopa, V., Cheberiyachko, S., Cheberiyachko, Y., Deryugin, O., Chenchewa, O., Rieznik, D., Klimov, E., Lashko, Y., Pashko, D., & Biliaieva, V. (2024). Development of a new ergonomic risks management algorithm on the example of drivers. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(3 (128)), 38–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.302886>.

32. Kose, E., Vural, D., & Canbulut, G. (2020). The most livable city selection in Turkey with the grey relational analysis, *Grey Systems: Theory and Application*, 10(4), 529-544. <https://doi.org/10.1108/GS-04-2020-0042>.

33. Škrinjarić, T. (2020). Dynamic Portfolio Optimization based on Grey Relational Analysis Approach. *Expert Systems With Applications*, 147, 113207. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113207>.

34. Grdinić-Rakonjac, M., Antić, B., Pešić, D., & Pajković, V. (2021). Construction of Road Safety Composite Indicator Using Grey Relational Analysis. *Promet – Traffic & Transportation Archives*, 33(1), 103-116. <https://doi.org/10.7307/ptt.v33i1.3587>.
35. Canbulut, G., Köse, E., & Arik, O.A. (2022). Public transportation vehicle selection by the grey relational analysis method. *Public Transport*, 14, 367-384. <https://doi.org/10.1007/s12469-021-00271-3>.
36. Офіційний сайт промислово-транспортного підприємства ТОВ «Укравтологістика». Режим доступу: <https://ukrautologic.com.ua/pro-nas/>.
37. Huang, A.-C., Huang, C.-F., & Shu, C.-M. (2023). A Case Study for an Assessment of Fire Station Selection in the Central Urban Area. *Safety*, 9(4), 84. <https://doi.org/10.3390/safety9040084>.
38. Wiśnios, M., Tatko, S., Mazur, M., Paś, J., Łukasiak, J.M., & Klimczak, T. (2024). Identifying Characteristic Fire Properties with Stationary and Non-Stationary Fire Alarm Systems. *Sensors*, 24(9), 2772. <https://doi.org/10.3390/s24092772>.
39. Liu, D., Xu, Z., Yan, L., & Fan, C. (2020). Dynamic estimation system for fire station service areas based on travel time data. *Fire Safety Journal*, 118, 103238. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103238>.
40. Ренкас, А.А. (2023). Метод підвищення експлуатаційної надійності пожежних автоцистерн на основі аналізу їх несправностей. *Пожежна безпека*, 43, 137-143. <https://doi.org/0000-0002-5518-3508>.
41. Дерюгін, О.В., Чеберячко, С.І. (2015). Обґрунтування вибору вантажного автомобіля за критерієм мінімізації психофізіологічного навантаження на водія. *Східно-Європейський журнал передових технологій*, 3(3(75)), 15-22. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.42127>.
42. Nyimbili, P.H., & Erden, T. (2020). GIS-based fuzzy multi-criteria approach for optimal site selection of fire stations in Istanbul, Turkey. *Socio-Economic Planning Sciences*, 71, 100860. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100860>.
43. Sivrikaya, F., & Küçük, Ö. (2022). Modeling forest fire risk based on GIS-based analytical hierarchy process and statistical analysis in Mediterranean region. *Ecological Informatics*, 68, 101537. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101537>.

44. Rodrigues, D., Godina, R., & da Cruz, P.E. (2021). Key Performance Indicators Selection through an Analytic Network Process Model for Tooling and Die Industry. *Sustainability*, 13, 13777. <https://doi.org/10.3390/su132413777>.
45. Tsopa, V., Nehrii, T., Cheberiyachko, S., Litvinova, Ya., Deryugin, O., & Horoshko, N. (2024). Improving the risk assessment process of road accidents involving trucks. *Transactions on transport sciences*, 3, on-line. <https://doi.org/10.5507/tots.2024.011>.
46. Сахно В.П., Поляков В.М., Головань В.Г., Сакно О.П. та інші. Автомобілі. Теорія. Навчальний посібник. Військова академія. 2017. 453 с.
47. Tsopa, V., Cheberyachko, S., Litvinova, Y., Vesela, M., Deryugin. O., & Bas, I. (2023). The dangerous factors identification features of occupational hazards in the transportation cargo process. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 25(3), F64-F77 <https://doi.org/10.26552/com.C.2023.058>.
48. Офіційний сайт Компанії Hydromarket. Режим доступу: <https://hydromarket.com.ua/ua/>.

