

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 Сидорова Іллі Романовича
(ПІБ)

академічної групи 275м - 23 - 1
(шифр)

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

на тему: Обґрунтування проекту вибору ефективного автомобіля швидкої
допомоги при оновленні/реструктуризації парку рухомого складу
клінічного об'єднання швидкої допомоги (для умов КНП "Клінічна
лікарня швидкої медичної допомоги" ДМР, м. Дніпро, 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

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 Сидорову І.Р.
(прізвище та ініціали)

академічної групи 275М - 23 - 1
(шифр)

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

на тему: Обґрунтування проєкту вибору ефективного автомобіля швидкої

допомоги при оновленні/реструктуризації парку рухомого складу

клінічного об'єднання швидкої допомоги (для умов КНП "Клінічна

лікарня швидкої медичної допомоги" ДМР, м. Дніпро, 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)

Сидоров І.Р.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 125 стор. (основна частина 87 стор.), 31 рис., 41 табл., 5 додатків, 57 джерел та 25 листів графічного матеріалу, оформленого у вигляді альбому (матеріали для презентації).

Об'єкт дослідження – процес визначення базових показників для побудови алгоритму вибору ефективного автомобіля швидкої допомоги (далі - АШД).

Предмет дослідження – базові показники вибору ефективного транспортного засобу (далі - ТЗ) на прикладі АШД у відповідності до умов експлуатації на основі цільових (еталонних) показників.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування проекту вибору ефективного АШД при оновленні/реструктуризації парку рухомого складу (далі - РС) клінічного об'єднання швидкої допомоги за рахунок розробки процесу визначення базових показників для вибору ефективного ТЗ на прикладі АШД у відповідності до умов експлуатації на основі цільових (еталонних) показників.

Методи дослідження - достовірність і обґрунтованість дослідження забезпечено використанням наступних методів - логічного узагальнення; системного аналізу; теорії прийняття управлінських рішень, математичного моделювання, 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 для вибору основних груп і базових показників АШД методів fuzzy Dematel та GRA, що дозволило проаранжувати групи показників з виявленням вагових коефіцієнтів та визначити базові показники АШД на основі їх причинно-наслідкових взаємозв'язків.

Практичне значення отриманих результатів. Визначено п'ять основних груп показників і із них сім базових показників для вибору ТЗ на прикладі АШД у відповідності до умов експлуатації.

ПРОЦЕС, АВТОМОБІЛЬ ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ, МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ,
МЕТОД FUZZY DEMATEL, МЕТОД GRAY RELATIONAL ANALYSIS,
УПРАВЛІНСЬКЕ РІШЕННЯ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1. РОЗДІЛ ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ АЛГОРИТМУ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ПРИ ОНОВЛЕННІ / РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ПАРКУ РУХОМОГО СКЛАДУ КЛІНІЧНОГО ОБ'ЄДНАННЯ ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ МЕТОДОМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ.....	
1.1 Теоретичний аналіз актуальність теми дослідження.....	
1.2 Теоретичний аналіз методології дослідження показників, які впливають на прийняття управлінських рішень при оновленні/реструктуризації парку рухомого складу клінічного об'єднання швидкої допомоги методом нечіткої логіки.....	
1.2.1 Теоретичний аналіз використання методу аналізу ієрархій для прийняття управлінських рішень при оновленні/реструктуризації парку рухомого складу клінічного об'єднання швидкої допомоги.....	
1.2.2 Теоретичний аналіз використання методу fuzzy Decision Making Trial and Evaluation для прийняття управлінських рішень при оновленні/реструктуризації парку рухомого складу клінічного об'єднання швидкої допомоги.....	
1.2.3 Теоретичний аналіз використання методу "Gray Relational Analysis" для прийняття управлінських рішень при оновленні/реструктуризації парку рухомого складу клінічного об'єднання швидкої допомоги.....	
Висновки по розділу.....	
2. РОЗДІЛ АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЕКСТРЕННОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ В М. ДНІПРО. ПРОЦЕС ВИЗНАЧЕННЯ БАЗОВИХ	

	ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОГО АВТОМОБІЛЯ ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ.....
2.1	Аналіз сучасного стану екстреної швидкої медичної допомоги в Україні.....
2.2	Аналіз сучасного стану екстреної швидкої медичної допомоги у м. Дніпро.....
2.3	Вирішення задачі оптимального планування обслуговування викликів населення м. Дніпро.....
2.4	Визначення базових показників для вибору ефективного автомобіля швидкої допомоги.....
2.5	Постановка задачі дослідження в кваліфікаційній роботі.....
	Висновки по розділу.....
3 РОЗДІЛ	ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОГО АВТОМОБІЛЯ ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ МЕТОДОМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ.....
3.1	Дослідження сучасних моделей автомобілів швидкої допомоги.....
3.2	Аналіз конструкції сучасного автомобіля швидкої допомоги.....
3.3	Результати розрахунку ефективного автомобіля швидкої допомоги методом GRA.....
	Висновки по розділу.....
4 РОЗДІЛ	ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ З ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОГО АВТОМОБІЛЯ ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ.....
4.1	Розрахунок інвестиційного проекту з оновлення парку рухомого складу клінічного об'єднання швидкої допомоги.....
	Висновки по розділу.....

ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	
СПИСОК РИСУНКІВ І ТАБЛИЦЬ.....	

ДОДАТКИ

Додаток А

Результати розрахунку методом fuzzy Dematel «причинно-наслідкових» взаємозв'язків факторів впливу вибору ефективного автомобіля швидкої допомоги.....

Додаток Б

Оснащення медичним обладнанням автомобілів швидкої допомоги...

Додаток В

Технічна характеристика автомобілів швидкої допомоги.....

Додаток Г

Відзив керівника кваліфікаційної роботи.....

Додаток Д

Рецензія на кваліфікаційну роботу.....

ВИСНОВКИ

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування проекту вибору ефективного АШД при оновленні/реструктуризації парку РС клінічного об'єднання швидкої допомоги за рахунок розробки процесу визначення базових показників для вибору ефективного ТЗ на прикладі АШД у відповідності до умов експлуатації на основі цільових (еталонних) показників.

В першому розділі кваліфікаційної роботи проведені дослідження, які спрямовані на визначення теоретичних аспектів алгоритму прийняття управлінських рішень при оновленні/реструктуризації парку РС клінічного об'єднання швидкої допомоги 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 управлінських рішень при оновленні/реструктуризації парку РС клінічного об'єднання швидкої допомоги методами нечіткої логіки. Для вирішення запропонованого завдання проведено теоретичне дослідження використання методів нечіткої логіки - методу МАІ і методу fuzzy Dematel. Виходячи з аналізу предметної області, можна визначена мета дослідження в кваліфікаційній роботі, яка полягає у розробці процесу визначення базових показників для вибору ефективного АШД у відповідності до умов експлуатації на основі цільових (еталонних) показників. Поставлена мета потребує вирішення наступних задач:

- перша - ранжування груп показників і визначення основних методом МАІ;
- друга - ранжування самих показників і визначення базових методом fuzzy Dematel;
- вибір АШД на основі базових показників.

В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено аналіз сучасного стану ЕСМД в Україні, аналіз сучасного стану ЕСМД у м. Дніпро а також проаналізовано процес

визначення базових показників для вибору ефективного АШД. За результатами проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. За звітній період в четвертому кварталі 2023 року було проведено аналіз показників результативності функціонування структурних підрозділів системи ЕШМД у регіонах України у 2023 році (забезпеченість АШД ЕШМД, кількість викликів за рік, середній показник кількості викликів за добу, догоспітальна летальність, вартість одного виклику (середній показник)). Було вивчено стан забезпечення АШД у 2023 році згідно виділених субвенцій із державного бюджету у 2023 році для обласних Центрів ЕШМД та медицини катастроф. Згідно з вивченими даними забезпеченість АШД типу «А» збільшилася на 7,2%, типу «В» – на 23,7 % і типу «С» – на 41 %, забезпеченість системами GPS-навігації – на 8,7 %. Однак, незважаючи на позитивний приріст серед усіх наведених вище показників, спостерігається незадовільний стан забезпеченості АШД типу «В» і «С», що на 43,4 % і 75,4 % відповідно менше за необхідну кількість спеціалізованих ТЗ відповідно до встановленого нормативу.

2. Розроблено процес з обґрунтування вибору основних груп і базових показників ефективного АШД, який складається з восьми кроків, зокрема підбір експертів; формування каталогу показників, які характеризують умови експлуатації; виявлення основних груп показників підхід з ранжування альтернатив з урахуванням вагових коефіцієнтів; виявлення експертами «причинно-наслідкових» взаємозв'язків серед сукупності показників ефективного АШД з метою виділення найвпливовіших – базових.

3. Наведено приклад визначення основних груп і базових показників вибору ефективного АШД.

4. Визначено основні п'ять основних груп (рівень життєзабезпечення пацієнта, транспортні, ергономічні, експлуатаційні, економічні і сім базових показників: рівень життєзабезпечення пацієнта (АШД базового життєзабезпечення, АШД розширеного життєзабезпечення або спеціалізовані АШД), колісна формула, тип АШД (тип А, тип В, тип С)), транспортні (робочий об'єм двигуна, максимальний крутний момент двигуна) та економічні показники (вартість АШД) для вибору ефективно АШД у разі оновлення або реструктуризації парку РС клінічного об'єднання швидкої допомоги.

5. Запропоновано на основі поєднання методів нечіткої логіки - методів МАІ та fuzzy Dematel прийняти управлінське рішення до вибору показників для обґрунтування ефективного АШД на основі виявлення - базових показників, що полегшують і зменшують час процесу вибору ефективного ТЗ при прийнятті відповідного управлінського рішення.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи проведено дослідження процесу вибору АШД методом нечіткої логіки.

1. Проведено дослідження сучасних моделей АШД. Проведено аналіз конструкції сучасного АШД.

2. Розроблено процес визначення ефективного АШД із сукупності альтернативних методом сірого реляційного аналізу, який передбачає оцінювання фактичних показників з цільовими (еталонними) для забезпечення вибору найкращої альтернативи.

3. Запропоновано проведення визначення коефіцієнта сірого аналізу показників за кожною групою фактичних показників АШД, що оцінюється для зменшення впливу людського чинника.

4. Запроваджено для ранжування показників два кроки з визначення вагових коефіцієнтів як для кожного показника, так і для кожної групи показників, що дозволить посилити вплив важливих критеріїв при обранні альтернатив.

5. За представленим алгоритмом було проведено оцінювання 4 моделей АШД з метою вибору найбільш ефективного для використання у якості АШД базового життєзабезпечення, які укомплектовані техніками ШЕМД та забезпечують базовий догляд та транспортування пацієнта до лікарні. З проведених розрахунків, можна зробити висновок, що позицію лідера займає АШД на базі механічного шасі Peugeot Boxer - (значення розрахованої величини індексу – 0,956).

На основі результатів з розрахунку вибору ефективного автомобіля АШД, проведений розрахунок показників інвестиційного проекту з оновлення парку РС для клінічного об'єднання швидкої допомоги. Який передбачає придбання однієї 1 АШД. Забезпечення фінансовими ресурсами здійснювалось за рахунок коштів держбюджету, що передбачає низьку ставку дисконтування грошових потоків. Це дозволило визначити

період окупності інвестиційних проектів, їх чисту теперішню вартість, індекс прибутковості та внутрішню норму прибутку. Проекти розглянуті у різних варіантах (тобто враховувались різні моделі АШД).

Отримані показники ефективності інвестиційного проекту свідчать про можливість його реалізації з використанням автомобіля АШД на базі шасі Peugeot Boxer: період окупності інвестиційного проекту, що складатиме - 1,9 роки; його чисту теперішню вартість, що дорівнює - 640240,96 грн.; індекс прибутковості, що становить - 2,27; внутрішню норму прибутку, що дорівнює – 62,12 %.

Експлуатація запропонованого типу АШД дозволить не тільки оновити парк РС клінічного об'єднання швидкої допомоги, а й своєчасно і безпечно виконувати обов'язки ЕШМД населенню. Показники з точки зору оцінки інвестиційного проекту не самі найкращі(для комерційних підприємств) за АШД моделі Peugeot Boxer, але розглядається технічна сторона даного ТЗ, яка підтверджується у технічному розділі і показує безпечність експлуатації даного АШД та економічність зі сторони витрат коштів держбюджету. Тобто незважаючи на значне вкладення фінансових ресурсів на теперішній час, відбувається економія коштів при експлуатації оскільки термін експлуатації АШД моделі Peugeot Boxer значно більш ніж усіх, що представлені в ряді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Луньков, А.В., Ожаревський, В.А., Польцев, І.В. Основи виживання у бойових умовах: Навчально-методичний посібник. - Львів: АСВ, 2014. – 231 с.
2. Неплій, А. (2023). Навіщо Україні так багато машин на передовій. Офіційний сайт української щотижневої газети «Kyiv Post». Режим доступу: <https://www.kyivpost.com/uk/post/15689>.
3. Han, S., Hong S. (2003). A systematic approach for coupling user satisfaction with product design. *Ergonomics*, 46, 13-14, 1441-1461. <https://doi.org/10.1080/00140130310001610928>
4. Pappinen, J., & Nordquist H. (2022). Driving Speeds in Urgent and Non-Urgent Ambulance Missions during Normal and Reduced Winter Speed Limit Periods - A Descriptive Study. *Nursing Reports*, 12(1), 50-58. <https://doi.org/10.3390/nursrep12010006>.
5. Jones, S., Moulton, C., Swift, S., Molyneux, P., Black, S., Mason, N., Oakley, R., & Mann, C. (2022). Association between delays to patient admission from the emergency department and all-cause 30-day mortality. *The Journal of Emergency Medicine*, 39(3), 168-173. <https://doi.org/10.1136/emermed-2021-211572>.
6. Bottani, E., Bigliardi, B., & Franchi B. (2022). Process optimization in the hospital environment: a systematic review of the literature and results' analysis. *Procedia Computer Science*, 200, 1674-1684. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.368>.
7. Lupa, M., Chuchro, M., Sarlej, W. et al. (2021). Emergency ambulance speed characteristics: a case study of Lesser Poland voivode ship, southern Poland. *Geoinformatica*, 25, 775-798. <https://doi.org/10.1007/s10707-021-00447-w>.
8. Yue, P., & Wang, Z. (2024). Improved Multi-objective Particle Swarm Optimization in Software Engineering Supervision. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 7(2), 257–274. <https://doi.org/10.31181/dmame7220241074>.
9. Laventhal, N., Basak, R., Dell, M.L., Diekema, D., Elster, N., Geis, G., Mercurio, M., Opel, D., Shalowitz, D., Statter, M., & Macauley, R. (2020). The Ethics of Creating a Resource

Allocation Strategy During the COVID-19 Pandemic. *Pediatrics*, 146(1): e20201243. <https://doi.org/10.1542/peds.2020-1243>.

10. Chithra R. Perumalswami et al. (2022). I'm Being Forced to Make Decisions I Have Never Had to Make Before. Oncologists' Experiences of Caring for Seriously Ill Persons With Poor Prognoses and the Dilemmas Created by COVID-19. *JCO Oncology Practice*, 18, e89-e97. <https://doi.org/10.1200/OP.21.00119>.

11. Chugg B., Lu L., & Ouyang D., Anderson B., Ha R., D'Agostino A., Sujeer A., Rudman S.L., Garcia A. & Ho D.E. Evaluation of allocation schemes of COVID-19 testing resources in a community-based door-to-door testing program *JAMA Health Forum*, 2, American Medical Association (2021), p. e212260.

12. Dao, B., Savulescu, J., Suen, J.Y. et al. (2021). Ethical factors determining ECMO allocation during the COVID-19 pandemic. *BMC Medical Ethics*, 22, 70. <https://doi.org/10.1186/s12910-021-00638-y>.

13. Abdel-Basset, M., Chakraborty, R.K., & Gamal, A. *Multi-Criteria Decision Making Theory and Applications in Sustainable Healthcare*. CRC Press (2023).

14. Gerdodbari, M.A., Harsej, F., Sadeghpour, M., & Aghdam M.M. (2022). A robust multi-objective model for managing the distribution of perishable products within a green closed-loop supply chain *Journal of Industrial and Management Optimization*, 18 (5), 3155.

15. Çağlayan, N., & Satoglu, S. I. (2022). Simulation analysis of critical factors of casualty transportation for disaster response: a case study of Istanbul earthquake. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 13(5), 632-647. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-03-2021-0031>.

16. Farrell TW, Francis L, Brown T, Ferrante LE, Widera E, Rhodes R, Rosen T, Hwang U, Witt LJ, Thothala N, Liu SW, Vitale CA, Braun UK, Stephens C, Saliba D. Rationing Limited Healthcare Resources in the COVID-19 Era and Beyond: Ethical Considerations Regarding Older Adults. *J Am Geriatr Soc*. 2020 Jun;68(6):1143-1149. <https://doi.org/10.1111/jgs.16539>.

17. Naha, R.K., Garg, S., Chan, A., Battula, S.K. (2020). Deadline-based dynamic resource allocation and provisioning algorithms in Fog-Cloud environment. *Future Generation Computer Systems*, 104, 131-141. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.10.018>.
18. Shiri D., Akbari V., & Tozan H. (2023). Online optimisation for ambulance routing in disaster response with partial or no information on victim conditions *Computers & Operations Research*, 106314.
19. Zhu, S., & Fan, W., Li, X., & Yang, S. (2023). Ambulance dispatching and operating room scheduling considering reusable resources in mass-casualty incidents. *Operational Research*, Springer, 23(2), 1-37. <https://doi.org/10.1007/s12351-023-00780-y>.
20. Goodarzian, F., Abraham, A., Ghasemi, P., Di Mascolo, M., & Nasserri, H. (2021). Designing a green home healthcare network using grey flexible linear programming: heuristic approaches. *Journal of Computational Design and Engineering*, 8 (6), 1468-1498. <https://doi.org/10.1093/jcde/qwab057>.
21. Goodarzian, F., Ghasemi, P., Gunasekaran, A., & Labib, A. (2023). A fuzzy sustainable model for COVID-19 medical waste supply chain network. *Fuzzy Optim Decis Making*, 2, 1-35. <https://doi.org/10.1007/s10700-023-09412-8>.
22. Ghasemi, P., Goodarzian, F., Muñuzuri, J., & Abraham, A. (2022). A Cooperative Game Theory Approach for Location-Routing-Inventory Decisions in Humanitarian Relief Chain Incorporating Stochastic Planning. *Applied Mathematical Modelling*, 104, 750-781. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2021.12.023>.
23. Ghasemi, P., Goodarzian, F., Abraham, A., & Khanchehzarrin, S. (2022). A possibilistic-robust-fuzzy programming model for designing a game theory based blood supply chain network. *Applied Mathematical Modelling*, 112, 282-303. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2022.08.003>.
24. Choukolaei, H.A., Ghasemi, P., & Goodarzian, F. (2023). Evaluating the efficiency of relief centers in disaster and epidemic conditions using multi-criteria decision-making methods and GIS: A case study. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 1, 85, 103512. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103512>.

25. Kamran, M.A., Kia, R., Goodarzian, F., Ghasemi, P. (2023). A new vaccine supply chain network under COVID-19 conditions considering system dynamic: Artificial intelligence algorithms. *Socio-Economic Planning Sciences*, 85, 101378. <https://doi.org/10.1016/j.seps..101378>
26. Rautenstrauss, M., Martin, L., & Minner, S. (2023). Ambulance dispatching during a pandemic: Tradeoffs of categorizing patients and allocating ambulances. *European Journal of Operational Research*, 1, 304(1), 239-254. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021>.
27. Talarico, L., Meisel, F. & Sorensen, K. (2015) Ambulance Routing for Disaster Response with Patient Groups. *Computers and Operations Research*, 56, 120-133. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2014.11.006>.
28. Aringhieri, R., Bruni, M.E., Khodaparasti, S., van Essen J.T. (2017). Emergency medical services and beyond: Addressing new challenges through a wide literature review. *Computers & Operations Research*, 78, 349-368. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.09.016>.
29. Sahlaoui, F.-Z., Aboueljinane, L., Lebbar, M. (2023). A review on simulation-based metamodeling in emergency healthcare: methodology, applications, and future challenges. *Simulation*, 99(10), 989-1009. <https://doi.org/10.1177/00375497231183722>.
30. Oladzad-Abbasabady, N., Tavakkoli-Moghaddam, R., Mohammadi, M. & Vahedi-Nouri, B. (2023). A bi-objective home care routing and scheduling problem considering patient preference and soft temporal dependency constraints. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 119, C. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.105829>.
31. Sutherland, M., & Chakraborty, R.K. (2023). An optimal ambulance routing model using simulation based on patient medical severity. *Healthcare Analytics*, 4, 100256. <https://doi.org/10.1016/j.health.2023.100256>.
32. 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>.
33. 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.

34. 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>.

35. 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>.

36. 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>.

37. 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>.

38. 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>.

39. 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>.

40. 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>.

41. 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>.

42. 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>.

43. 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>.

44. Xia, Z., Li, H., & Chen, Y. (2017). An Integrated Spatial Clustering Analysis Method for Identifying Urban Fire Risk Locations in a Network-Constrained Environment: A Case Study in Nanjing, China. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(11), 370. <https://doi.org/10.3390/ijgi6110370>.

45. Bazaluk, O., Pavlychenko, A., Yavorska, O., Nesterova, O., Cheberiachko, S., Deryugin, O. & Lozynskyi, V. (2024). Improving the risk management process in quality management systems of higher education. *Scientific Reports*, 14, 3977. DOI: 10.1038/s41598-024-53455-9.

46. Офіційний сайт компанія ТОВ "Ксенко Авто Продакшн". Режим доступу: <https://ksenkoautoproduction.com/ru/pro-kompaniyu/>.

47. Škrinjarić, T., & Šego, B. (2019). Using Grey Incidence Analysis Approach in Portfolio Selection. *International Journal of Financial Studies*, 7, 1. <https://doi.org/10.3390/ijfs7010001>.

48. 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>.

49. 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>.

50. Tsopa, V., Cheberiachko, S., Cheberiachko, 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>.
51. 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>.
52. Škrinjaric, 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>.
53. 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>.
54. 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>.
55. Guo, X., Xu, P., Shao, X. (2022). Comprehensive evaluation of power quality of coal mine power grid based on equilibrium empowerment and improved grey relational projection method. *Energy Reports*, 8(4), 1680-1688. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.02.287>.
56. Feng, S., Chen, Z., Guan, Q., Yue, J., & Xia, C. (2022). Grey Relational Analysis-Based Fault Prediction for Watercraft Equipment. *Frontiers in Physics*, 10, 885768. <https://doi.org/10.3389/fphy.2022.885768>.
57. Zhu, R., Bhutta, Z.M., Zhu, Y., Ubaidullah, F., Saleem, M., & Khalid, S. (2022) Grey relational analysis of country-level entrepreneurial environment: A study of selected forty-eight countries. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 985426. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.985426>.

