

О. Ю. САВОЙСЬКИЙ

кандидат технічних наук,
завідувач кафедри транспортних технологій
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0002-6459-4931

О. В. ТАЦЕНКО

старший викладач кафедри транспортних технологій
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0003-1762-8219

О. О. СОЛАРЬОВ

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних технологій
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0002-1485-0685

Ю. І. СЕМІРНЕНКО

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних технологій
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0002-4230-4614

О. А. САРЖАНОВ

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспортних технологій
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0003-3973-0185

Т. П. ВОЛОШКО

старший викладач кафедри транспортних технологій
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0003-2605-8836

ДО ПИТАННЯ ОБГРУНТУВАННЯ ТИПІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ У ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Проблема вибору автотранспортних засобів для вантажоперевезень є актуальною для транспортної сфери, оскільки ефективність транспортування безпосередньо впливає на продуктивність підприємств, рівень витрат і своєчасність доставки продукції. Традиційні підходи до оцінки транспортних засобів зазвичай базуються на окремих критеріях, таких як витрати палива, вантажопідйомність чи собівартість перевезення, що не завжди дозволяє знайти оптимальний варіант у реальних умовах експлуатації. Врахування комплексу показників, зокрема техніко-економічних, екологічних та експлуатаційних факторів, значно ускладнює процес ухвалення рішення.

У роботі обґрунтовано підхід до підбору автотранспортних засобів для вантажоперевезень на основі багатокритеріальної оцінки автотранспортних засобів на основі методу відстані до цілі, що дозволяє комплексно аналізувати альтернативні варіанти та вибирати найбільш ефективне рішення. При виконанні даної роботи було враховано такі критерії, як витрати пального, продуктивність транспортного засобу, затрати праці та змінні витрати (собівартість перевезення). Для об'єктивного визначення оптимального варіанту автотранспортного засобу для виконання вантажоперевезень застосовано метод розставлення пріоритетів, який дає змогу встановити значущість кожного із базових критеріїв та здійснити ранжування альтернатив.

Отримані результати можуть бути використані для підбору автотранспортних засобів не лише у транспортній сфері, а й у інших галузях, де важливо поєднувати економічну доцільність із технічними, економічними та іншими показниками. Використання методу багатокритеріальної оцінки дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо вибору типу і марки автотранспортних засобів, що сприятиме раціональному використанню ресурсів та підвищенню ефективності транспортних технологій і систем.

Ключові слова: автотранспортні засоби, моделювання, оптимізація, транспортні технології, раціоналізація перевезень, багатокритеріальна оцінка, підвищення ефективності.

O. YU. SAVOISKYI

Candidate of Technical Sciences,
Head of Department of Transport Technologies
Sumy National Agrarian University
ORCID: 0000-0002-6459-4931

O. V. TATSENKO

Senior Lecturer at the Department of Transport Technologies
Sumy National Agrarian University
ORCID: 0000-0003-1762-8219

O. O. SOLAROV

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Transport Technologies
Sumy National Agrarian University
ORCID: 0000-0002-1485-0685

YU. I. SEMIRNENKO

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Transport Technologies
Sumy National Agrarian University
ORCID: 0000-0002-4230-4614

O. A. SARZHANOV

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Transport Technologies
Sumy National Agrarian University
ORCID: 0000-0003-3973-0185

T. P. VOLOSHKO

Senior Lecturer at the Department of Transport Technologies
Sumy National Agrarian University
ORCID: 0000-0003-2605-8836

ON THE JUSTIFICATION OF VEHICLE TYPES FOR FREIGHT TRANSPORTATION IN TRANSPORT TECHNOLOGIES

The problem of selecting motor vehicles for freight transportation is relevant to the transport sector, as transportation efficiency directly affects business productivity, cost levels, and the timeliness of product delivery. Traditional approaches to evaluating vehicles are usually based on individual criteria, such as fuel consumption, payload capacity, or transportation cost, which do not always allow for the identification of the optimal option under real operating conditions. Considering a comprehensive set of indicators, including technical, economic, environmental, and operational factors, significantly complicates the decision-making process.

This study substantiates an approach to the selection of motor vehicles for freight transportation based on a multi-criteria evaluation method using the distance-to-target method, which enables a comprehensive analysis of alternative options and the selection of the most efficient solution. The study considers criteria such as fuel consumption, vehicle productivity, labor costs, and variable costs (transportation cost). To objectively determine the optimal vehicle for freight transportation, a prioritization method was applied, allowing for the assessment of the significance of each basic criterion and the ranking of alternatives.

The obtained results can be used for selecting motor vehicles not only in the transport sector but also in other industries where it is essential to combine economic feasibility with technical, economic, and other performance indicators. The use of the multi-criteria evaluation method enables well-founded decision-making regarding the choice of vehicle type and brand, contributing to the rational use of resources and the improvement of transport technologies and systems.

Key words: motor vehicles, modeling, optimization, transport technologies, transportation rationalization, multi-criteria evaluation, efficiency improvement.

Постановка проблеми

Транспортні засоби та технології перевезення різних типів вантажів відіграють надзвичайно важливу роль у розвитку сучасного виробничого комплексу країни. Вони забезпечують доставку необхідних ресурсів до місць призначення, а також своєчасне виконання технологічних процесів у технологічних процесах виробничих

підрозділів народного господарства. Ефективна транспортна система, яка використовується у виробничих підприємствах, являється невід'ємною частиною успішного бізнесу для виробничих підприємств [1–3].

У сучасних умовах розвитку транспортної галузі вибір автотранспортних засобів для вантажоперевезень є складним і багатофакторним завданням. Традиційні методи оцінки техніки базуються переважно на одиничних критеріях, таких як вантажопідйомність, витрати пального або експлуатаційні витрати, що не завжди дозволяє обрати раціональний та оптимальний варіант для реальних умов транспортування вантажів. Водночас виробничі підприємства стикаються з необхідністю підвищення ефективності автотранспортних перевезень, зменшення витрат, забезпечення безпечних умов транспортування та відповідності нормативним вимогам.

У зв'язку з цим постає завдання впровадження раціональних методів підбору автотранспортних засобів на основі врахування всіх факторів, які впливають на ефективність процесів транспортування. Однією із таких методик є багатокритеріальна оцінка показників використання автотранспортних засобів, яка забезпечує аналіз та комплексну оцінку альтернативних варіантів. Вона сприяє раціональному вибору найбільш прийняттю ефективних рішень щодо вибору автотранспортних засобів для вантажоперевезень у виробничій сфері.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання оптимізації вибору автотранспортних засобів для вантажоперевезень на основі багатокритеріальної оцінки викликає значний інтерес серед науковців і практиків у галузі транспорту та сфері впровадження транспортних технологій. Науковці активно працюють над розробкою, випробуванням і впровадженням сучасних методик, що дозволяють враховувати широкий спектр критеріїв роботи автотранспортних засобів для транспортних процесів.

У роботі [4] досліджено вплив ключових факторів при плануванні транспортування вантажів, таких як умови перевезення, обсяг вантажу, вибір маршруту та склад рухомого складу. Встановлено, що ефективність реалізації транспортних задач значною мірою залежить від правильного визначення критеріїв ефективності рухомого складу підприємств, що в свою чергу, дозволяє досягти раціональних та оптимальних результатів у процесі використання автотранспорту та виконання перевезень.

Авторами [5] запропоновано удосконалену методику вибору маршруту руху автотранспортного засобу для досягнення максимального економічного ефекту під час доставки продукції. Дослідниками зазначено, що під час формування розвізної мережі, окрім затрат на доставку та маршрутів перевезення, необхідно також враховувати тип автотранспортного засобу, особливості вантажу та терміни його доставки.

У роботі [6] розглянуто методи багатокритеріальної оптимізації ланцюгів постачань для організації поставок вантажів. Авторами представлено основні підходи до розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації, що дозволяють знаходити оптимальні або компромісні рішення у системах логістики.

Методи багатокритеріального прийняття рішень при перевезенні вантажів також розглянуто у роботі [7] для оптимального вибору транспортних технологій у транспортних мережах. Це важливо в контексті сучасних тенденцій розвитку логістики перевезень, впровадження енергозберігаючих технологій у відповідності екологічним стандартам, що відповідає цілям сталого розвитку (ЦСР) та підвищенню енергетичної ефективності транспортних засобів [8, 9].

Сучасні дослідження підкреслюють важливість комплексного підходу до вибору автотранспортних засобів для вантажоперевезень. Врахування різноманітних критеріїв використання для вирішення виробничих завдань, таких як умови експлуатації, технічні характеристики автотранспортних засобів, економічні та екологічні показники, дозволяє підвищити ефективність транспортних процесів та забезпечити якісну доставку вантажів.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є обґрунтування типів автотранспортних засобів для вантажоперевезень на основі багатокритеріальної оцінки показників їх роботи, що дозволить здійснювати комплексний підхід по підбору та сприятиме раціональному вибору найбільш ефективних рішень для вантажоперевезень.

Викладення основного матеріалу дослідження

Системний підхід до вибору автотранспортних засобів потребує врахування множини критеріїв для оцінки альтернативних варіантів. У більшості випадків ухвалені рішення повинні відповідати декільком критеріям, які можуть суперечити один одному. Наприклад, підвищення продуктивності може призвести до зниження якості чи збільшення часу доставки, збільшення рівня механізації може спричинити зростання витрат на паливо-мастильні матеріали, а скорочення паливних витрат може супроводжуватися збільшенням загальних витрат на виконання робіт.

Однією з основних проблем обґрунтування автотранспортних засобів є створення єдиної системи оцінювання, яка б коректно враховувала всі критерії, які мають різні фізичні характеристики. Це значно ускладнює процедуру прийняття оптимального рішення.

У загальному випадку математична модель багатокритеріальної оцінки може бути представлена у вигляді [10]:

$$MM = T, S, U, L, H, Y \quad (1)$$

де T – тип задачі для багатокритеріальної оцінки (ранжування, оптимізація, вибір); S – множина можливих варіантів характеристик досліджуваної системи; U – набір критеріїв, за якими здійснюється оцінювання системи;

L – шкала оцінювання для кожного окремого критерію; H – система пріоритетів особи, яка приймає рішення, стосовно множини можливих варіантів; Y – правило прийняття рішення, що встановлює відношення переваги між варіантами з урахуванням системи пріоритетів.

Підходи до розв'язання багатокритеріальних задач поділяються на два основні напрями: оптимізацію та вибір, які відрізняються між собою застосовуваним правилом ухвалення рішення. Оптимізаційні методи використовуються в тих випадках, коли існує можливість об'єднання всіх критеріїв в один загальний (інтегральний) показник. У таких ситуаціях вибір рішення ґрунтується на застосуванні детермінованих методів оптимізації багатозмінних функцій.

У практичній техніко-технологічній діяльності частіше застосовують методи багатокритеріального вибору серед наявної множини альтернативних рішень. Одним із таких підходів є метод відстані до цілі, який базується на порівнянні кожного окремого варіанта з ідеалізованим рішенням. Ідеалізований варіант визначається шляхом формування умовного еталону, що містить найкращі значення всіх критеріїв з розглянутої множини альтернатив. При цьому важливо, щоб усі обрані критерії мали однакову спрямованість щодо покращення, тобто зміни показників слід уніфікувати таким чином, щоб їх зростання або зменшення відповідало бажаному напрямку оптимізації.

Якщо всі критерії мають однаковий рівень значимості, то для кожного j -го варіанта з початкової множини альтернатив обчислюється відповідне значення показника відстані до цілі [10]:

$$\mu_i = \frac{1}{N} \left(\frac{U_{ij}}{U_{io}} - 1 \right), \quad (2)$$

де μ_i – значення показника відстані до цілі j -го варіанту; N – кількість критеріїв, за якими здійснюється оцінювання; U_{ij} – величина i -го критерію j -го варіанту; U_{io} – величина i -го критерію для ідеалізованого варіанту.

З наявного набору альтернатив обирається варіант, який найбільше наближений до ідеального, для якого значення показника відстані до цілі наближається до нульового значення.

Якщо критерії, за якими здійснюється оцінювання системи, нерівноцінні, то рівень значимості критеріїв визначають методом розставлення пріоритетів. У такому випадку, коефіцієнт значущості критеріїв визначається за виразом [10]:

$$\lambda_i = \frac{P_{ij}}{\sum P_{ij}}, \quad (3)$$

де P_{ij} – сума добутків кожного з елементів i -го рядка на елементи вектор-стовпчика $\sum K_{ij}$ матриці для визначення рівня значущості критеріїв:

$$P_{ij} = K_{ij} \sum K_{ij}. \quad (4)$$

На основі визначених коефіцієнтів значущості критеріїв розраховується величина показника відстані до цілі для встановленої множини альтернативних рішень [10]:

$$\mu_i = \sum \left(\left[\frac{U_{ij}}{U_{io}} \cdot \lambda_i \right] - 1 \right). \quad (5)$$

Для оцінки методики було розв'язано практичне транспортне завдання на основі реалізації транспортно-технологічних перевезень продукції (вантажів). Обґрунтування раціонального автотранспортного засобу проводили на основі багатокритеріальної оцінки в залежності від техніко-економічних показників та умов їх роботи.

Множина запропонованих критеріїв наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Множина критеріїв

Критерій	Назва критерія, од. виміру
K1	Затрати праці Z_p , люд·год/т·км
K2	Витрата палива автотранспортним засобом Q_l , л/100 км
K3	Продуктивність автотранспортного засобу $W_{год}$, т·км/год
K4	Змінні витрати (собівартості перевезення) $\&$, грн/км

У ідеалізованому варіанті показники повинні бути:

- затрати праці $\rightarrow \min$;
- витрати палива автотранспортним засобом $\rightarrow \min$;
- продуктивність автотранспортного засобу $\rightarrow \max$;
- змінні витрати (собівартість перевезення) $\rightarrow \min$.

За основний критерій було прийнято змінні витрати (собівартість перевезення). Тоді, після розставлення знаків домінування в залежності від пріоритетів виробничих завдань маємо: $K_1 = K_2 < K_3 < K_4$.

З метою визначення і обґрунтування використання автотransпортних засобів для реалізації транспортно-технологічних перевезень продукції (вантажів) обрано чотири альтернативних автотransпортні засоби: I – МАН TGS 41.430 8X4 BB; II – КАМАЗ-45143; III – МАЗ 6422; IV – УАК DONGFENG LD41. Результати комплексної багатокритеріальної оцінки автотransпортних засобів за системою обраних критеріїв (табл. 1), наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати комплексної оцінки автотransпортних засобів

Варіант	Марка автотransпортного засобу	K1	K2	K3	K4
1	МАН TGS 41.430 8X4 BB	0,0025	38,00	400,00	39,05
2	КАМАЗ-45143	0,0040	28,60	250,00	31,47
3	МАЗ 6422	0,0040	32,80	250,00	33,91
4	УАК DONGFENG LD41	0,0067	24,60	150,00	26,84

Визначається значущість критеріїв λ_i , на основі використання методу розставлення пріоритетів.

Відповідно до виразів (3) та (4), при $K_1 = K_2 < K_3 < K_4$, маємо:

– для 1-го рядка матриці:

$$P_{1j} = K_{11} \sum K_1 + K_{12} \sum K_2 + K_{13} \sum K_3 + K_{14} \sum K_4; \quad (6)$$

– для 2-го рядка матриці:

$$P_{2j} = K_{21} \sum K_1 + K_{22} \sum K_2 + K_{23} \sum K_3 + K_{24} \sum K_4; \quad (7)$$

– для 3-го рядка матриці:

$$P_{3j} = K_{31} \sum K_1 + K_{32} \sum K_2 + K_{33} \sum K_3 + K_{34} \sum K_4; \quad (8)$$

– для 4-го рядка матриці:

$$P_{4j} = K_{41} \sum K_1 + K_{42} \sum K_2 + K_{43} \sum K_3 + K_{44} \sum K_4. \quad (9)$$

Матриця визначення значущості критеріїв наведена в таблиці 3. При попарному порівнянні критеріїв у відповідних комірках матриці проставляються коефіцієнти переваг при $K_1 = K_2 < K_3 < K_4$. Якщо критерій в i -тому рядку має перевагу над критерієм в j -у стовпчику, то коефіцієнти приймають 1,5, при їх однаковій значущості – 1,0, а при меншій – 0,5.

Таблиця 3

Матриця визначення значущості критеріїв

Критерії	K1	K2	K3	K4	$\sum_{j=1}^4 k_j$	P _{ij}	λ_i
K1	1	1	1,5	1,5	5	19	0,3193
K2	1	1	1,5	1,5	5	19	0,3193
K3	0,5	0,5	1	1,5	3,5	12,25	0,2059
K4	0,5	0,5	0,5	1	2,5	9,25	0,1554
Σ	3	3	4,5	5,5	16	59,5	1

Відповідно до виразу (5), складемо рівняння для визначення відстані до цілі для заданої множини альтернативних варіантів:

$$\mu_{1j} = \left(\frac{3_{11j}}{3_{10j}} \cdot \lambda_1 - 1 \right) + \left(\frac{3_{12j}}{3_{10j}} \cdot \lambda_1 - 1 \right) + \left(\frac{3_{13j}}{3_{10j}} \cdot \lambda_1 - 1 \right) + \left(\frac{3_{14j}}{3_{10j}} \cdot \lambda_1 - 1 \right); \quad (10)$$

$$\mu_{2j} = \left(\frac{Q_{21j}}{Q_{20j}} \cdot \lambda_2 - 1 \right) + \left(\frac{Q_{22j}}{Q_{20j}} \cdot \lambda_2 - 1 \right) + \left(\frac{Q_{23j}}{Q_{20j}} \cdot \lambda_2 - 1 \right) + \left(\frac{Q_{24j}}{Q_{20j}} \cdot \lambda_2 - 1 \right); \quad (11)$$

$$\mu_{3j} = \left(\frac{W_{301j}}{W_{300j}} \cdot \lambda_3 - 1 \right) + \left(\frac{W_{302j}}{W_{300j}} \cdot \lambda_3 - 1 \right) + \left(\frac{W_{303j}}{W_{300j}} \cdot \lambda_3 - 1 \right) + \left(\frac{W_{304j}}{W_{300j}} \cdot \lambda_3 - 1 \right); \quad (12)$$

$$\mu_{4j} = \left(\frac{\&_{1j}}{\&_{0j}} \cdot \lambda_4 - 1 \right) + \left(\frac{\&_{2j}}{\&_{0j}} \cdot \lambda_4 - 1 \right) + \left(\frac{\&_{3j}}{\&_{0j}} \cdot \lambda_4 - 1 \right) + \left(\frac{\&_{4j}}{\&_{0j}} \cdot \lambda_4 - 1 \right). \quad (13)$$

Вихідна множина альтернативних варіантів та критеріїв, а також результати розрахунку відстані до цілі для заданої множини альтернативних варіантів за виразами (10)–(13) наведено в таблиці 4. Графічне відображення значення показника відстані до цілі для автотранспортних засобів показано на рис. 1.

Таблиця 4

Вихідна множина альтернативних варіантів та критеріїв

Варіанти	Критерії	Зп, К1	Qл, К2	Wгод, К3	&, К4	μ
МАН TGS 41.430 8X4 BB		0,0025	38,00	400,00	39,05	–1,8030
KAMAZ-45143		0,0040	28,60	250,00	31,47	–2,3903
MAZ 6422		0,0040	32,80	250,00	33,91	–3,4596
YAK DONGFENG LD41		0,0067	24,60	150,00	26,84	–3,2397
Ідеалізований варіант		0,0025	24,60	400,00	26,84	0

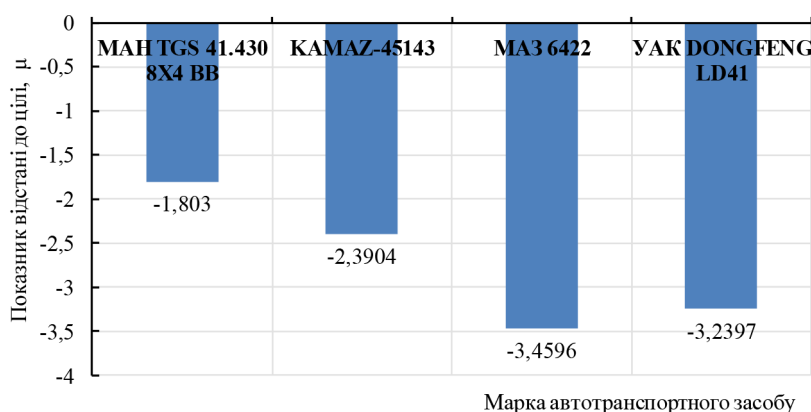


Рис. 1. Показники відстані до цілі для альтернативних варіантів автотранспортних засобів

Найкращий показник відстані до цілі є той, що знаходиться ближче до нульового значення. Аналіз отриманих результатів розрахунків показує, що найкраще даній умові відповідає варіант I автотранспортного засобу – МАН TGS 41.430 8X4 BB, для якого $\mu = -1,8030$.

Таким чином, наведена методика на основі техніко-експлуатаційних і економічних показників дозволяє підібрати і обґрунтувати раціональний тип і вид автотранспортного засобу для виконання транспортних робіт по перевезенню продукції (вантажів), виходячи із багатокритеріальної оцінки за показниками роботи автомобілів.

Висновки

Запропоновано і продемонстровано реалізацію підходу до вибору автотранспортних засобів для вантажоперевезень на основі багатокритеріальної оцінки їх роботи. Використання даного методу на основі визначення відстані до цілі надає можливість комплексно враховувати техніко-економічні та експлуатаційні показники різних типів автотранспортних засобів, що значно підвищує ефективність ухвалення рішень по використанню автотранспортних засобів.

Результати даного дослідження свідчать, що запропонований підхід може бути ефективно застосований в різних сферах використання автотранспортних засобів для вантажоперевезень, що сприяє зниженню витрат, раціоналізації і оптимізації перевезень та підвищенню загальної ефективності транспортних процесів у виробничій сфері.

Впровадження запропонованої методики дозволяє ухвалювати обґрунтовані рішення щодо підбору автотранспорту для вантажоперевезень з метою раціонального використання ресурсів в умовах сталого розвитку.

Список використаної літератури

1. Karayalcin, C., Pinte, M. The role of productivity, transportation costs, and barriers to intersectoral mobility in structural transformation. *Economic Modelling*. 2022. Vol. 108, P. 105759. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2022.105759>
2. Sied, Abu. A Study on Essential of Effective Transportation System for Supply Chain Efficiency, Cost Reduction and Enhancing Customer Satisfaction. *Global Scientific Journal*. 2022. Vol. 12 (5). P. 8–13. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11124157>

3. Лебединська О., Волченко А. Підвищення ефективності транспортно-логістичних процесів у підприємствах АПК. *Галицький економічний вісник*. 2019. Том 61. Вип. 6. С. 96–103.
4. Соларьов О.О., Таценко О.В., Волошко Т.П. Критерії вибору транспортних засобів для перевезення вантажів. *Комунальне господарство міст*. 2022. Вип. 6(173). С. 189–194. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2022-6-173-189-194>
5. Поляков А.П., Галушак О.О., Галушак Д.О., Грабенко М.Д. Методика вибору рухомого складу, маршруту і графіка перевезення вантажів. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*. 2011. Вип. 3. С. 1–10.
6. Івченко Р.А., Купін А.І. Дослідження методів багатокритеріальної оптимізації для вибору обладнання або деталей на виробництві. *Вчені записки ТНУ імені В.І.Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2021. Том 32(71), Ч. 1, Вип. 1. С. 67–72. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.1-1/11>
7. Stoilova, S. Methodology for Multi-criteria Selection of Transportation Technology in Transport Network. In: Śladkowski, A. (eds) *Modelling of the Interaction of the Different Vehicles and Various Transport Modes. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure*. Springer, Cham. 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11512-8_1
8. Kresnanto, N.C., Putri, W.H., Lantarsih, R., & Harjiyatni, F.R. Efficient agri food supply chain in a sustainable transportation perspective. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 892(1), P. 012105. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/892/1/012105>
9. De Oliveira, A.L.R., Marsola, K.B., Milanez, A.P., Faretto, S.L.R. Performance evaluation of agricultural commodity logistics from a sustainability perspective. *Case Studies on Transport Policy*. 2022. Vol. 10(1). P. 674–685. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.01.029>
10. Основи інженерного менеджменту: навч. посіб. / І.І.Мельник, та ін.; за заг. ред. І.І.Мельника. Київ : Вища освіта, 2006. 525 с.

References

1. Karayalcin, C., Pinte, M. (2022). The role of productivity, transportation costs, and barriers to intersectoral mobility in structural transformation. *Economic Modelling*. 2022. Vol. 108, P. 105759. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2022.105759>
2. Sied, Abu. (2022). A Study on Essential of Effective Transportation System for Supply Chain Efficiency, Cost Reduction and Enhancing Customer Satisfaction. *Global Scientific Journal*, 12(5), 8–13. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11124157>
3. Lebedynska, O., Volchenko, A. (2019) Increasing the logistics processes efficiency at agribusiness enterprises. *Galician economic journal*, 61(6), 96–103.
4. Solarov, O., Tatsenko, O., Voloshko, T. (2022). Criteria for choosing vehicles for transportation. *Municipal Economy of Cities*, 6(173), 189–194. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2022-6-173-189-194>
5. Poliakov, A., Galuschak, O., Galuschak, D., Grabenko, M. (2011). Methods for choosing the rolling stock, route and schedule for cargo transportation. *Scientific works of Vinnytsia National Technical University*, 3, 1–10.
6. Ivchenko, R., Kupin, A. (2021). Research of multicriteria optimization methods for selection of equipment or parts in production. *Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences*, 32(71), 1, 67–72. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.1-1/11>
7. Stoilova, S. (2020). Methodology for Multi-criteria Selection of Transportation Technology in Transport Network. In: Śladkowski, A. (eds) *Modelling of the Interaction of the Different Vehicles and Various Transport Modes. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11512-8_1
8. Kresnanto, N.C., Putri, W.H., Lantarsih, R., & Harjiyatni, F.R. (2021). Efficient agri food supply chain in a sustainable transportation perspective. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 892(1), 012105. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/892/1/012105>
9. De Oliveira, A.L.R., Marsola, K.B., Milanez, A.P., & Faretto, S.L.R. (2022). Performance evaluation of agricultural commodity logistics from a sustainability perspective. *Case Studies on Transport Policy*, 10(1), 674–685. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.01.029>
10. Melnyk, I.I., Tyvonenko, I.H., Fryshev, S.H., Babii, V.P., Bondar, S.M. (2006). *Osnovy inzhenerenoho menedzhmentu: navch. posib.* [Principles of Engineering Management: Textbook]. Kyiv : Vyscha osvita, 2006. 525 p.