

УДК 338.47:656
JEL: L91; L99; O44; P48
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-9-220-228>

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЧИННИКІВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ

©2025 МАЛЬНОВ Д. В.

УДК 338.47:656
JEL: L91; L99; O44; P48

Мальнов Д. В. Аналіз впливу чинників зовнішнього середовища на функціонування транспортної інфраструктури України

У статті розглянуто та досліджено особливості функціонування транспортної інфраструктури України в контексті впливу факторів зовнішнього середовища. Запропоновано методики PESTLE- та SWOT-аналізу для визначення впливу факторів, з метою інтеграції їх у гравітаційну економетричну модель для аналізу вантажних потоків у транспортній мережі України. З метою комплексного аналізу чинників зовнішнього середовища, що впливають на функціонування транспортної інфраструктури, доцільно застосувати метод PESTLE-аналізу, оскільки він забезпечує широке аналітичне дослідження основних сфер впливу, сприяє виявленню ризиків, можливостей, а також стратегічному прогнозуванню та управлінню. Застосування SWOT-аналізу дає змогу оцінити які саме сторони необхідно підсилити, які прогалини існують, і які можливості є для подальшого розвитку. Визначено, що застосування запропонованої моделі доцільно і на більш низьких (регіональних) рівнях, а також на окремих ділянках державного кордону для моделювання вантажопотоку між двома країнами. У дослідженні розкрито та описано причинно-наслідкові зв'язки між факторами впливу та вантажопотоками. Автором доведено, що застосування гравітаційної моделі дозволяє побудувати ефективні сценарії розвитку та прийняти раціональні управлінські рішення. У статті запропоновано чіткий розподіл чинників на дві основні групи: змінних, що визначають потенціал генерування та поглинання транспортних потоків й узагальнену «відстань» між ними (час, вартість, прикордонні затримки, безпекові ризики, екологічні обмеження, нетарифне регулювання тощо); та постійних, що визначають формат можливої міждержавної взаємодії (пропускна здатність і кількість пунктів пропуску; взаємодія між залізничними мережами, враховуючи відмінність ширини залізничних колій 1520/1435 мм; відстань від пунктів пропуску до портів та коридорів TEN-T). Встановлено, що ефективний розвиток транспортної інфраструктури та розробка відповідних інвестиційних проєктів забезпечують зростання торговельних вантажних потоків та сприяють економічному розвитку таких регіонів.

Ключові слова: транспортна інфраструктура, фактори зовнішнього середовища, транспортні мережі, економічний розвиток, зовнішньоекономічна діяльність, розвиток транспортної інфраструктури.

Рис.: 2. **Табл.:** 2. **Формул.:** 3. **Бібл.:** 18.

Мальнов Дмитро Валерійович – аспірант, Державний університет «Київський авіаційний інститут» (просп. Любомира Гузара, 1, Київ, 03058, Україна)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9731-885X>

UDC 338.47:656
JEL: L91; L99; O44; P48

Malnov D. V. Analyzing the Influence of External Environmental Factors on the Functioning of Ukraine's Transport Infrastructure

The article examines and explores the characteristics of the functioning of Ukraine's transport infrastructure in the context of the impact of external environmental factors. Methods of PESTLE and SWOT analysis are proposed to determine the influence of these factors, with the aim of integrating them into a gravity econometric model for analyzing cargo flows in Ukraine's transport network. For a comprehensive analysis of external environmental factors affecting the functioning of transport infrastructure, it is advisable to use the PESTLE analysis method, as it provides a broad analytical study of the main areas of influence, helps identify risks and opportunities, and supports strategic forecasting and management. The application of SWOT analysis allows assessing which aspects need to be strengthened, what gaps exist, and what opportunities are available for further development. It has been determined that applying the proposed model is appropriate at lower (regional) levels, as well as on specific sections of the State border to model cargo flows between two countries. The study reveals and describes the causal relationships between influencing factors and cargo flows. The author demonstrates that using the gravity model allows the construction of effective development scenarios and the making of rational managerial decisions. The article proposes a clear division of factors into two main groups: variables, which determine the potential for generating and absorbing transport flows and the generalized «distance» between them (time, cost, border delays, security risks, environmental restrictions, non-tariff regulations, etc.); and constants, which determine the format of possible international interactions (capacity and number of border crossing points; interaction between railway networks, taking into account the difference in rail gauges 1520/1435 mm; distance from border crossing points to ports and TEN-T corridors). It is found that efficient development of transport infrastructure and the implementation of appropriate investment projects ensure the growth of trade freight flows and contribute to the economic development of such regions.

Keywords: transport infrastructure, external environment factors, transport networks, economic development, foreign economic activity, development of transport infrastructure.

Fig.: 2. **Tabl.:** 2. **Formulae:** 3. **Bibl.:** 18.

Malnov Dmytro V. – Postgraduate Student, State University "Kyiv Aviation Institute" (1 Liubomyra Husara Ave., Kyiv, 03058, Ukraine)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9731-885X>

Стан транспортної інфраструктури України визначається поєднанням як внутрішніх довготривалих проблем, таких як недостатній рівень фінансування та модернізації транспортного комплексу, так і зовнішніх загроз, серед яких зміни ринкових умов, глобалізація, військові дії в Україні. Також до важливих факторів впливу зовнішнього середовища можна віднести вимушену перебудову торговельних маршрутів і ланцюгів постачання, змін у правовому середовищі ЄС, цифровізацію логістики, посилення екологічних вимог до вантажного автомобільного транспорту тощо. Варто зазначити, що вплив зазначених факторів при раціональному стратегічному управлінні може сприяти розвитку як наявного потенціалу, так і забезпечити реалізацію своїх можливостей, інтеграцію до мережі європейських транспортних коридорів TEN-T, розвиток сухих портів та інтермодальних контейнерних терміналів, державно-приватних партнерств в інвестиційних проектах, залучення грантового фінансування та пільгових кредитів.

Перш за все, транспортна інфраструктура України потребує модернізації та відновлення, особливо пункти пропуску та прикордонна автодорожня інфраструктура, яка з'єднує між собою дані пункти пропуску (що впливає на загальну пропускну здатність і зменшує черги), а також всі «вузькі місця»: мости, залізничні переїзди, тунелі. Існує потреба в розвитку мережі контейнерних терміналів (для забезпечення мультимодальних перевезень), на яких можливе перевантаження контейнерів із залізничного на автомобільний транспорт і навпаки, оскільки це значно впливає на конкурентоздатність конкретного транспортного коридору та, відповідно, позитивно скажеться на економічний розвиток прилеглої до нього території. Враховуючи вищезазначене, першочерговим завданням постає ефективне функціонування транспортної інфраструктури України, яке потребує аналізу впливу чинників зовнішнього середовища, що на неї впливають, і формування стратегічних проектів і програм розвитку.

Дослідженнями розвитку транспортної інфраструктури та моделювання вантажних потоків займалася досить велика кількість як вітчизняних, так і закордонних учених. Значний вплив на розвиток наукової думки мали дослідження С. Смерічевського, С. Пілецької, Х. Притули, Я. Калат, О. Ареф'євої, М. Клампа (M. Klumpp), С. Куммера (S. Kummer), в працях яких зосереджувались два взаємопов'язані напрями, такі як: управлінсько-організаційні інновації, цифровізація логістики, а також загальна діагностика галузі в умовах воєнного стану та євроінтеграційних процесів. Дослідження, що пов'язані з методологією аналізу біз-

нес-середовища (PESTLE), стратегічного планування (SWOT) і формуванням гравітаційних економічних методів до оцінювання впливу зовнішніх чинників (зокрема, пов'язаних з транспортною інфраструктурою) на вантажопотоки, обсяг міждержавної торгівлі знайшли відображення в наукових працях Т. Мельник, В. Шемаєва, Є. Шевцової, Т. Галецької, С. Дюеркопа (S. Düerkop).

Значна частина наукових робіт стосується адаптивних моделей управління бізнес-процесами на основі підвищення стійкості та економічної безпеки суб'єктів транспортно-логістичних ланцюгів. Зокрема, обґрунтовується роль інформаційно-комунікаційних технологій у підсиленні гнучкості та швидкості процесів, що безпосередньо корелює зі скороченням загальної вартості перевезень. Сучасні підходи до стратегічного управління інноваційністю бізнес-процесів у конкурентних умовах розкрито у працях О. Ареф'євої та З. Побережної, що підкреслюють потребу у вимірюваних KPI (час, вартість, надійність), які в даному дослідженні трансформуються в компоненти узагальненого «опору» гравітаційної моделі.

Незважаючи на велику кількість наукових праць із зазначеної тематики, не розглянутими лишаються питання аналізу впливу чинників зовнішнього середовища на функціонування транспортної інфраструктури України в контексті ідентифікації загроз, а також формування ціннісного підходу до аналізу сценаріїв та прийняття управлінських рішень.

Метою статті є вдосконалення теоретичних основ і практичних рекомендацій щодо вдосконалення та розвитку транспортної інфраструктури України в умовах впливу чинників зовнішнього середовища.

Транспортна інфраструктура України є критично важливою підсистемою національної економіки, яка суттєво впливає на інтеграцію країни в європейські та глобальні ланцюги створення вартості та конкурентний поділ праці. Впродовж декількох останніх років її функціонування опинилося під безпрецедентним тиском зовнішніх чинників, серед яких руйнування об'єктів інфраструктури внаслідок бойових дій, критична необхідність перебудови функціонуючих транспортних коридорів та ланцюгів постачання, а також модернізації в умовах сучасного цифрового середовища. Також важливим фактором впливу стала релокація промислових підприємств зі східних до західних областей України (або переміщення закордон), що прискорила деіндустріалізацію сходу та зберегла підприємницький потенціал через адаптацію ланцюгів постачання, оновлення клієнтської бази та переорієнтацію зовнішньої

торгівлі на ЄС. За період військових дій в Україні лише в перші роки було переміщено 800 компаній (мінімум 623 з них уже відновили роботу), сформовано ІТ-кластери у Львові та на Закарпатті, лідером за релокаціями стала Львівська область (24%), що також вплинуло на регіональні вантажопотоки, їх структуру та динаміку розвитку [1].

Дослідження впливу чинників зовнішнього середовища потребують узагальнення та систематизації методичних підходів, що сприяє ефективному стратегічному управлінню підприємствами, що пов'язані з розвитком вантажних і пасажирських перевезень [2]. У сучасному бізнес-середовищі велике значення має забезпечення економічної безпеки підприємств, що швидко змінюється під впливом технологічних чинників (цифровізації, розвитку ІТ-технологій у логістиці), глобалізації та нової маркетингової поведінки споживачів. Саме тому ефективне управління бізнес-процесами стає критичним для стійкості та конкурентоспроможності розвитку транспортної інфраструктури. Адаптивний підхід, що спирається на автоматизацію, прогностичну аналітику та інтеграцію з управлінськими моделями, дозволяє аналізувати великі масиви даних, що дає змогу коригувати стратегії в реальному часі з урахуванням внутрішніх і зовнішніх факторів впливу на транспортну інфраструктуру [3; 4]. У сучасному динамічному світі технологічний прогрес спонукає підприємства до впровадження інновацій, які виступають важливим каталізатором для зростання їх конкурентоспроможності [5].

Значна частка вантажопотоків України проходить саме автомобільним і залізничним транспортом, що впливає як на динаміку аналізу зовнішніх факторів впливу, так і на врахування цього при побудові економетричних моделей розвитку. В табл. 1 наведено вантажообіг за видами транспорту у 2024 р. Одним із важливих обмежень вантажопотоків є пропускна здатність пунктів пропуску на кордоні, що відображено в Доповіді Світового банку [6] та наведено на рис. 1.

Варто підкреслити, що підприємства можуть досягати лідируючих позицій на ринку, якщо будуть мати стійкі конкурентні переваги, які можуть змінюватися залежно від циклічних коливань галузі, умов авіаційних ринків і вимог споживачів до продукції (послуг) [7].

Для систематизації та комплексного аналізу чинників зовнішнього середовища, що впливають на функціонування транспортної інфраструктури, доцільно на початковому етапі застосувати метод PESTLE-аналізу, оскільки він забезпечує широке аналітичне дослідження основних сфер впливу, сприяє у виявленні ризиків, можливостей, а також у стратегічному прогнозуванні та управлінні, щоб жоден чинник не був проігнорований [9]. Даний метод передбачає аналітичний перегляд факторів впливу по основних сферах, які утворюють абревіатуру PESTLE (англ.), тобто політичні, економічні, соціальні, технологічні, юридичні та екологічні чинники.

Політичні чинники для транспортної інфраструктури України у 2025 році визначаються на-

Таблиця 1

Вантажообіг за видами транспорту у 2024 р., млн ткм

Вид транспорту	Січень	Січень – лютий	Січень – березень	Січень – квітень	Січень – травень	Січень – червень
Залізничний	9556,8	19285,7	29629,5	39333,2	49590,8	58971,3
% до відповідного періоду 2023 р.	131,7	136	133,8	132,4	135,1	133,7
Автомобільний	3014,9	6250,9	9672,7	13129,5	16463,9	19640,3
% до відповідного періоду 2023 р.	120,3	115	109,9	109,8	108,7	106,5
Водний	38,3	74,9	116,7	193,8	302,6	411,5
% до відповідного періоду 2023 р.	52,9	57,9	53,5	52,4	68,7	83,6
	Січень – липень	Січень – серпень	Січень – вересень	Січень – жовтень	Січень – листопад	Січень – грудень
Залізничний	67647,7	76695,6	85494,5	95035,5	103750,1	113238,6
% до відповідного періоду 2023 р.	132,4	131,7	131,1	129,8	126,7	124,9
Автомобільний	22905,6	26111,2	29361,6	32812,3	36119,9	39366,2
% до відповідного періоду 2023 р.	105,3	103,7	102,4	101,8	101,3	100,7
Водний	518,5	601,4	714	832,5	905,3	986,3
% до відповідного періоду 2023 р.	91	87,7	93,8	99	97,3	92,4

Джерело: складено за [8].

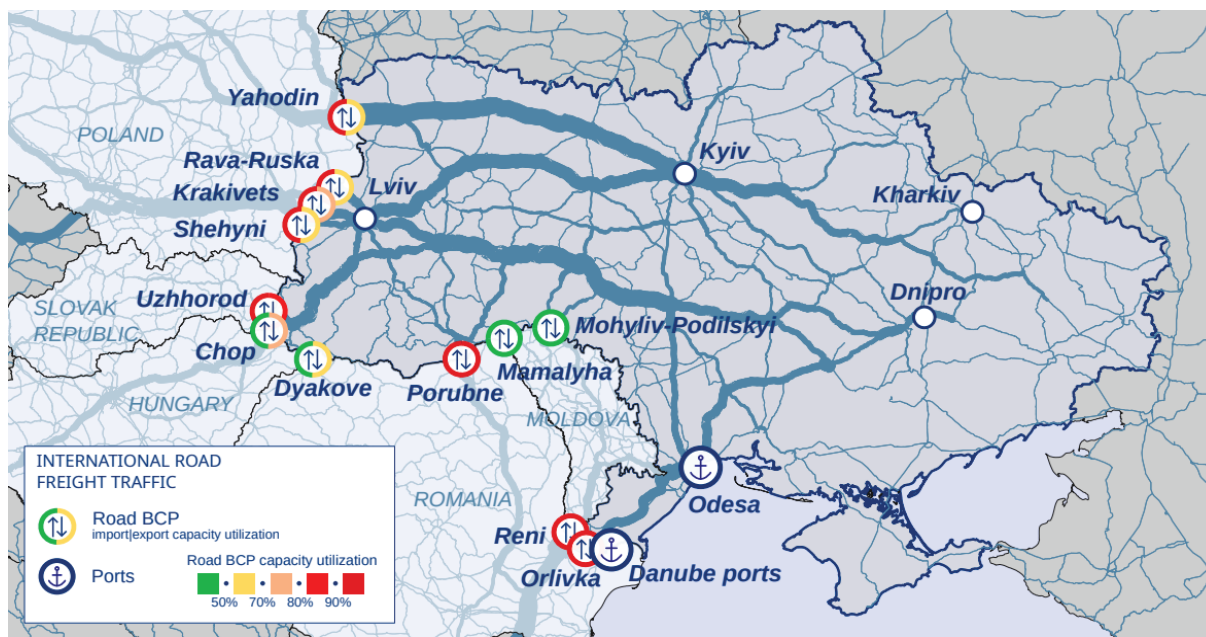


Рис. 1. Модель міжнародних вантажних автомобільних перевезень та використання пропускної спроможності автомобільних пунктів пропуску України

Джерело: складено за [6].

самперед безпековими ризиками та стабільністю критично важливих транспортних коридорів, що впливає на величину страхових премій, прогнозованість операцій та стабільність ланцюгів постачання. Воєнні загрози, блокування прикордонних переходів (як на кордоні з Польщею у 2023–2024 рр.), встановлення квот на ряд товарів (угоди про асоціацію з ЄС), а також складні дипломатичні ситуації підвищують загальний опір по перевезеннях у разі тривалих порушень, знижують умовну вагу відповідних транспортних вузлів, оскільки бізнес і вантажні потоки уникають таких територій. Варто зазначити, що політика євроінтеграції та розбудова мережі європейських транспортних коридорів (TEN-T) діють протилежно, запечечуючи гармонізацію процедур, спільні інфраструктурні проекти та створення нових ланцюгів поставок.

Економічне середовище визначає швидкість і масштаб розвитку транспортної інфраструктури, впливаючи одночасно на економікологістичну привабливість регіонів і на загальні витрати перевезень. Важливу роль у цій сфері відіграє інвестиційна політика на всіх рівнях: від регіонального до міжнародного. Капітальні вкладення в мультимодальні термінали, залізничні пункти переходу з/на колію 1435 мм, зручні дороги до портів, модернізовані пункти пропуску на митну територію України збільшують пропускну здатність усієї транспортної мережі, скорочують простой та витрати [10]. Варто зазначити, що стан і динаміка еконо-

міки суттєво впливають на діяльність підприємств загалом (що визначає обсяг перевезень), на загальний рівень попиту, купівельну здатність населення; сюди ж відносяться ризики валютних коливань (що значно впливає на інвестиційні проекти).

До економічних чинників також належать транзакційні та логістичні витрати, енергетика (її стабільність та ціни на електроенергію), ціни на паливо та вартість страхування вантажів. Важливо динамічно відслідковувати зміни в усіх цих чинниках впливу, особливо в контексті інфляції та державної фінансової політики.

Соціальний вимір у сфері транспортної інфраструктури має відношення до кадрової політики державних і приватних структур, існує дефіцит кваліфікованого персоналу на транспорті та в логістиці, що може збільшувати операційні затримки та витрати. Корпоративна культура безпосередньо впливає на ефективність ланцюгів постачання.

Технологічні фактори є найбільш швидкозмінними, проте дуже актуальними з точки зору стратегічного управління, оскільки направлені на максимальну експлуатацію вже існуючої пропускної здатності транспортної мережі. Цифровізація кордонів (eCMR, eTIR), електронний документообіг, інтеграція портів і залізничних цифрових платформ, застосування програмних систем управління автопарками зменшують загальний час перевезень та підвищують прогнозованість управлінських процесів.

Правові фактори визначають нетарифні бар'єри, уніфікують документообіг (у тому числі цифровий), встановлюють правила перевезень та технічні норми. Наразі відбувається процес гармонізації зі стандартами та нормами ЄС, включно з імплементацією механізмів мультимодальних перевезень, спрощені та прозорі правові процедури прискорюють реалізацію інвестиційних проєктів.

Екологічні чинники, особливо карбонова політика ЄС, створюють регуляторний і ціновий тиск на автомобільних перевізників. Варто докладати дипломатичних зусиль, щоб захищати інтереси вітчизняних перевізників, особливо в умовах воєнного стану. Зменшити частку автомобільних перевезень у контексті більш широкого застосування вантажного електрифікованого залізничного транспорту в найближчий час практично неможливо через різницю в ширині української та європейської колій, низький рівень розвитку мультимодальних перевезень і модальний розподіл вантажопотоків у ЄС по видах транспорту, де залізниця займають незначну частину ринку (рис. 2).

З точки зору дослідження взаємодії між чинниками зовнішнього впливу та транспортною інфраструктурою України, узагальнення можливостей і загроз доцільно провести SWOT-аналіз (табл. 2). SWOT-аналіз є фундаментальним інструментом у стратегічному управлінні, що дає змогу оцінити, які саме сторони необхідно підсилити, які прогалини існують, і які можливості є до подальшого розвитку. Проте цей метод схильний до суб'єктивності й обмеженої глибини, тому його варто поєднувати з іншими аналітичними підходами, забезпечувати

його модифікацію до середовища, яке постійно змінюється (щоб збалансувати оцінки процесів, які одночасно відбуваються) [12].

Для визначення ваги та впливу чинників зовнішнього середовища доцільно побудувати економетричну гравітаційну модель, в основі якої лежить визначення вантажопотоку між двома країнами (регіонами), у якій зовнішні чинники переносяться у дві інтерпретовані групи: показники «привабливості» та показники узагальненого «опору». Перша група визначає потенціал генерування та поглинання потоків, друга – наскільки легко ці потоки реалізуються з урахуванням часу, вартості перевезень, політичних ризиків, процедурних і регуляторних бар'єрів, пропускної здатності транспортної мережі та ін. Гравітаційні моделі широко застосовуються в економіці, торгівлі, маркетингу, при аналізі зовнішньоекономічної діяльності та ін. Вони часто поєднують економічний масштаб (ВВП), чисельність населення певних регіонів, географічні відстані та інші специфічні особливості, залежно від сфери застосування, при цьому вона досить гнучка та допускає наявність різних типів змінних, що дозволяє враховувати додаткові чинники та умови [13–15]. У найбільш спрощеному та загальному вигляді подібна модель виглядає таким чином:

$$I_{i,j} = G \frac{Y_i^{\alpha_1} \cdot Y_j^{\alpha_2}}{D_{i,j}^{\alpha_3}}, \quad (1)$$

де $I_{i,j}$ – обсяг торгівлі між країнами i та j ;
 G – стала масштабу;
 Y_i та Y_j – номінальний ВВП країн i та j ;
 $D_{i,j}$ – відстань між країнами i та j ;
 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – коефіцієнти еластичності.

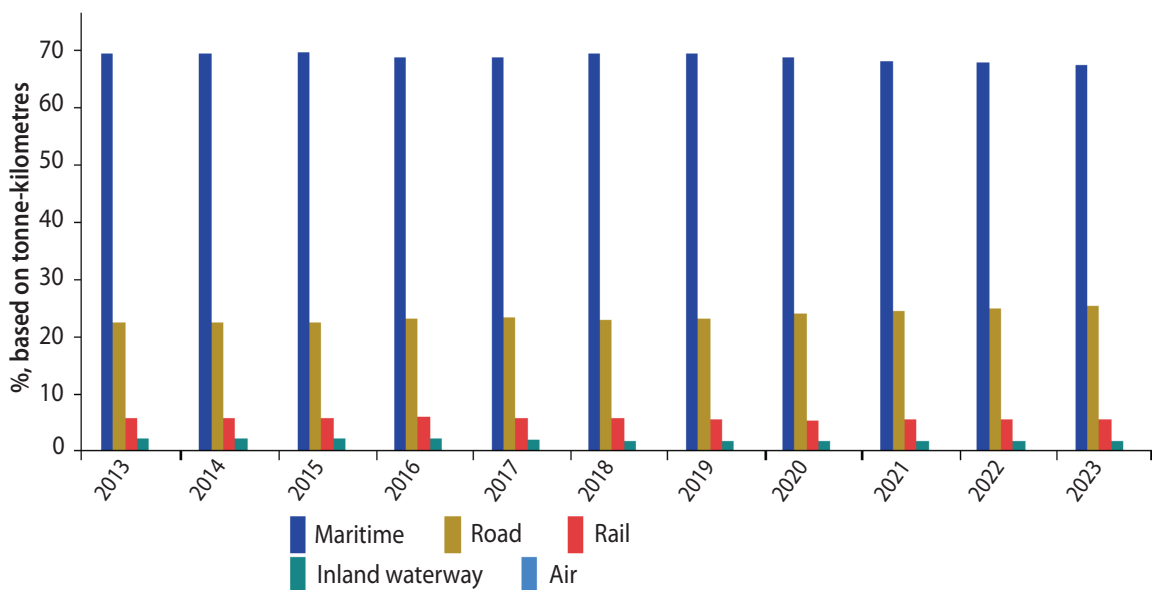


Рис. 2. Розподіл вантажних перевезень у ЄС за видами транспорту

Джерело: складено за [11].

SWOT-аналіз впливу факторів зовнішнього середовища на транспортну інфраструктуру України

Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
1. Стратегічне географічне положення на перетині транспортних коридорів з Азії до Європи та між Балтійським і Чорним морями, доступ до Дунаю. 2. Розвинена залізнична мережа (значною мірою електрофікована). 3. Розвиток інтермодальних терміналів на заході України, потенціал розвитку мультимодальних та інтермодальних перевезень. 4. Великий організаційно-управлінський досвід в адаптації до різноманітних кризових ситуацій, пов'язаних з функціонуванням транспортної інфраструктури. 5. Багаторічний курс на гармонізацію цифрових процедур з ЄС, наявні пілотні проекти	1. Зношеність об'єктів інфраструктури, низька пропускна здатність на пунктах пропуску на митну територію України. 2. Розриви в рівні цифровізації учасників ланцюгів постачання. 3. Обмежені інтермодальні потужності в центральних східних регіонах. 4. Несумісність європейської та української залізничної колії 1435/1520 мм, затримки та витрати на заміну осей вантажних вагонів, на операції з навантаження-розвантаження, також вимушені обмеження для комбінацій декількох видів транспорту при мультимодальних перевезеннях. 5. Вразливості логістичної інфраструктури в контексті кібербезпеки
Можливості (O)	Загрози (T)
1. Доступ до фінансових інструментів ЄС, можливість залучення інвестицій. 2. Прискорена цифровізація «кордону» та відповідного документообігу (eCMR, eTIR та ін.). 3. Подальша розбудова сухих портів та мультимодальних терміналів у західних областях. 4. Створення спільних транспортних підприємств з державами-сусідами, враховуючи наявність кваліфікованих кадрів і можливість ремонту та обслуговування їхнього обладнання та транспортних засобів на території України	1. Значні безпекові ризики, підвищені страхові премії при перевезеннях. 2. Конкуренція з боку альтернативних транзитних маршрутів у держав-сусідів. 3. Блокування пунктів пропуску внаслідок політичних виступів (Польща). 4. Висока вартість капіталу, інфляція. 5. Регуляторні затримки, неефективне управління з боку органів державної влади, перевірки

Класичною змінною у гравітаційних моделях для сфери зовнішньої торгівлі є відстань між державами, що, залежно від її значення, посилює або послаблює взаємний товарообіг. Варто зазначити, що доцільно відокремлювати витрати, зумовлені географією, від витрат, спричинених іншими чинниками: торговельними бар'єрами, митними формальностями, відсутністю контейнерних терміналів, високими безпековими ризиками, дипломатичними конфліктами, оскільки вплив таких факторів може переважати ефект географічної віддаленості. Водночас, ефективний розвиток транспортної інфраструктури та розробка відповідних інвестиційних проектів забезпечують зростання торговельних вантажних потоків та сприяють економічному розвитку таких регіонів [16; 17]. Для більш повного аналізу зовнішньоекономічної діяльності, що вже має безпосереднє відношення до функціонування транспортної інфраструктури, варто розглянути модель, запропоновану Х. Ліннеманом [18]:

$$I_{i,j} = G(Y_i)^{\alpha_1} (Y_j)^{\alpha_2} (N_i)^{\alpha_3} (N_j)^{\alpha_4} \times (D_{i,j})^{\alpha_5} (A_{i,j})^{\alpha_6} (P_{i,j})^{\alpha_7} \varepsilon, \quad (2)$$

де $I_{i,j}$ – обсяг торгівлі між країнами i та j ;
 G – стала масштабу;
 Y_i та Y_j – номінальний ВВП країн i та j ;
 $D_{i,j}$ – відстань між країнами i та j ;
 $A_{i,j}$ – фактори, що впливають на торгівлю;
 $P_{i,j}$ – торговельні преференції;
 $\alpha_1 - \alpha_6$ – коефіцієнти еластичності;
 ε – випадкова похибка.

Для того, щоб проаналізувати власне вплив факторів зовнішнього середовища на функціонування транспортної інфраструктури України і, відповідно, її здатність забезпечувати товарну зовнішню торгівлю, доцільно взяти за основу попередню модель з певними змінами. Варто звернути увагу на здатність транспортної інфраструктури України взаємодіяти з транспортними інфраструктурами країн-сусідів і врахувати в ній результати попереднього проведеного аналізу. Географічну відстань розглядати в моделі вже немає сенсу, оскільки мова йде тільки про сусідні країни. У контексті цього запропонована гравітаційна модель:

$$E_{i,j} = G(Y_i)^{\alpha_1} (Y_j)^{\alpha_2} (T_i)^{\alpha_3} (T_j)^{\alpha_4} \times (D_{i,j})^{-\alpha_5} (R_{i,j})^{-\alpha_6} (A_{i,j})^{-\alpha_7} (P_{i,j})^{-\alpha_8} \varepsilon, \quad (3)$$

де $E_{i,j}$ – вантажопотік між країнами i та j ;
 G – пропускна здатність транспортної інфраструктури, що знаходиться на державному кордоні;
 Y_i та Y_j – товарний ВВП країн i та j ;
 T_i та T_j – транзитний вантажопотік між країнами i та j ;
 $D_{i,j}$ – показник сумісності транспортної інфраструктури між країнами i та j (враховує різну ширину залізничних колій; наявність терміналів, де можливе розвантаження-навантаження та перевантаження вантажу на інший вид транспорту тощо);
 $R_{i,j}$ – показник сумісності правового та культурного поля між країнами i та j , складність проходження прикордонного контролю та митного оформлення;
 $A_{i,j}$ – фактори, які негативно впливають на торгівлю та транзит (обмеження, квоти, торговельні бар'єри);
 $P_{i,j}$ – фактори, які позитивно впливають на торгівлю та транзит (преференції);
 $\alpha_1 - \alpha_8$ – коефіцієнти еластичності;
 ε – випадкова похибка.

Поєднання результатів SWOT-аналізу та запропонованих показників моделі варто розподілити на позитивні (S та O), які враховуються в $P_{i,j}$ та негативні (W і T), які враховуються в $D_{i,j}$, $R_{i,j}$ та $A_{i,j}$. Показники сумісності транспортної інфраструктури ($D_{i,j}$) та правового і культурного поля ($R_{i,j}$) в ідеальному стані приймаємо за 1, тобто повну відповідність. Також у моделі відображено транзит, який також «навантажує» інфраструктуру і часто перевозиться через європейські морські порти. Розвиток мультимодальних перевезень типу морський – автомобільний транспорт у Європі (який стрімко відбувається) також відноситься до позитивних факторів, що впливають на торгівлю і транзит ($P_{i,j}$), як і розвиток мережі контейнерних терміналів у західних областях України.

Отже, запропонована автором гравітаційна модель дає змогу кількісно оцінювати еластичність вантажопотоків на основі емпіричних даних, відповідно до змін часу, вартості перевезення та типу (або типів) рухомого складу (що впливає на можливість взаємодії між транспортними інфраструктурами двох країн). Це сприяє розробці ефективних інвестиційних інфраструктурних проєктів; оптимальному вибору пріоритетних ділянок і вузлів інфраструктури при післявоєнному відновленні; оптимізації існуючих транспортних потоків та максимально ефективно-

му географічному розміщенню бізнесом своїх нових транспортних об'єктів.

Моделю може бути використана для економічного дослідження вантажопотоків через конкретну ділянку кордону або транспортний коридор, розвитку прикордонних областей чи для прогнозування експорту/імпорту конкретного товару чи групи товарів через певний об'єкт транспортної інфраструктури залежно від усунення нетарифних бар'єрів (експорт зерна через порти Одеської агломерації). Застосування моделі є багатограним і особливо доцільне при стратегічному плануванні, емпіричному аналізі, процесі оптимізації мультимодальних перевезень та аналізі впливу на вантажопотік зовнішніх торговельних квот і бар'єрів.

ВИСНОВКИ

Отже, з метою зменшення негативного впливу факторів зовнішнього середовища на транспортну інфраструктуру України варто поєднувати методи PESTLE- і SWOT-аналізу, що дозволяють на їх основі побудувати економетричну гравітаційну модель. Запропонована автором модель дозволить провести оцінку вантажних потоків у декілька етапів для того, щоб перетворити багатовимірний вплив зовнішнього середовища на вимірювані параметри моделі. Кожний з досліджених етапів моделі поєднується із показниками проведених методів PESTLE- і SWOT-аналізу, визначає сильні та слабкі сторони, тому важливо проводити їх послідовно, оскільки вони доповнюють один одного і характеризують зовнішнє середовище (PESTLE), взаємодію цього середовища із транспортною інфраструктурою України (SWOT) та систематизацію значущих факторів у запропоновану модель, що забезпечує можливість побудови сценаріїв розвитку та допомагає приймати ефективні управлінські рішення.

Практичне значення запропонованої моделі полягає у формуванні ефективних рішень, які мають бути оперативними й маловитратними (цифровий документообіг, спільний митний контроль на пунктах пропуску, гармонізація законодавства у сфері транспорту). А також перспективними, що забезпечують стійкість і сталий економічний розвиток (прикордонна мережа автомобільних доріг, контейнерні термінали, модернізовані пункти пропуску, залізничні колії 1435 мм від транспортних терміналів на території України до кордону).

Перспективними шляхами подальшого розвитку транспортної інфраструктури України є вибір найбільш ефективних інвестиційних проєктів і комбінація стратегії управління, щоб досягти найбільшого можливого мультиплікативного ефекту на рівні всієї транспортної системи України в цілому. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Виклики економічного розвитку регіонів України в умовах війни та повоєнного відновлення : науково-аналітична доповідь / С. О. Іщук, Л. Й. Созанський, М. І. Мельник та ін. Львів, 2023. 31 с. URL: <http://ird.gov.ua/irdp/e20230002.pdf>
2. Смерічевський С. Ф., Ареф'єва О. В., Пілецька С. Т. Формування стратегічних рішень при управлінні змінами на підприємстві. *Бізнес Інформ*. 2022. № 6. С. 108–117. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-6-108-117>
3. Побережна З. Адаптивне управління на основі інформаційно-комунікаційних технологій в бізнес-процесах при формуванні економічної безпеки підприємства до неотехнологічних умов. *Економічний аналіз*. 2024. Т. 34. № 4. С. 484–491. DOI: <https://doi.org/10.35774/econ2024.04.484>
4. Ареф'єва О. В., Побережна З. М. Стратегічне управління інноваційністю бізнес-процесів підприємства на конкурентних ринках. *Бізнес Інформ*. 2019. № 11. С. 108–116. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-11-108-116>
5. Смерічевський С. Ф., Побережна З. М., Гура С. М. Розвиток теоретико-методичних основ формування інноваційного потенціалу авіапідприємства. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 59. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-41>
6. Ukraine's Transport and Logistics System: Current and Prospective Opportunities and Challenges. *The World Bank*. June 2025. URL: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099061725033525342>
7. Smerichevskiy S. F., Poberezhna Z. M., Kolbushkin Yu. P., Gura S. M. Formation of the security system and assessment of the competitive potential of air transport enterprises. *Intellectualization of logistics and Supply Chain Management*. 2023. Vol. 21. P. 13–21. DOI: <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2023-21-2>
8. Обсяги перевезених вантажів за видами транспорту. *Державна служба статистики України*. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/tr/opv/arh_opv_u.htm
9. Düerkop S., Huth M. Transportation under Threat – A PESTLE Analysis for Critical Logistical Infrastructures. *4th International Conference on Transportation in Africa (ICTA2017)*. Abuja, Nigeria, 2017. URL: https://www.researchgate.net/profile/Adewole-Oladele/publication/320931921_Effective_Maintenance_Safety_and_Funding_for_Sustainable_Transport_Infrastructure_in_Africa/links/5a03326d458515713b428484/Effective-Maintenance-Safety-and-Funding-for-Sustainable-Transport-Infrastructure-in-Africa.pdf#page=14
10. Притула Х. М., Калат Я. Я., Кирик І. М. Розвиток зон впливу міжнародних транспортних коридорів: аналіз проблем та перспектив : науково-аналітична записка / ДУ «Інститут регіональних досліджень ім. М. І. Долишнього НАН України». Львів, 2022. 25 с. URL: <http://ird.gov.ua/irdp/e20220401.pdf>
11. Freight transport statistics – modal split. *Eurostat*. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Freight_transport_statistics_-_modal_split#Modal_split_of_freight_transport_in_the_EU
12. Копчак Ю. С., Лобунець Т. В., Луковський Р. І. SWOT-аналіз як важливий інструмент у розробці стратегії бізнесу. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 61. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-146>
13. Благун І. С., Надвірнянський Ю. Р. Застосування гравітаційних моделей для аналізу торгівлі між Україною та ЄС. *Бізнес Інформ*. 2022. № 12. С. 140–145. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-12-140-145>
14. Галецька Т. І., Топішко Н. П., Галецький С. М. Гравітаційна модель міжнародної торгівлі: витоки і сучасні підходи. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2022. № 27. С. 96–103. DOI: [https://doi.org/10.25264/2311-5149-2022-27\(55\)-96-103](https://doi.org/10.25264/2311-5149-2022-27(55)-96-103)
15. Калюжна Н. Г. Підхід до визначення гравітаційних чинників впливу на зовнішньоторговельні відносини країн. *Проблеми економіки*. 2017. № 1. С. 26–31. URL: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2017-1_0-pages-26_31.pdf
16. Melnyk T., Kalyuzhna N., Pugachevska K. A Gravity Model of Trade Turnover between Ukraine and the EU. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2018. Vol. 4. No. 4. P. 217–222. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2018-4-4-217-222>
17. Shevtsova Ye., Díaz-Lanchas J., Persyn D., Mandras G. Trade spillover effects of transport infrastructure investments: a structural gravity analysis for EU regions. *Regional Studies*. 2025. Vol. 59. Iss. 1. Art. 2441231. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2024.2441231>
18. Linnemann H. An Econometric Study of International Trade Flows. North-Holland Publishing Company, 1966. 234 p.

REFERENCES

- Arefieva, O. V., & Poberezhna, Z. M. (2019). Stratehichne upravlinnia innovatsiinistiu biznes-protsesiv pid-priemstva na konkurentnykh rynkakh [Strategic management of the innovativeness of business processes of the enterprise in competitive markets]. *Biznes Inform*, 11, 108–116. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-11-108-116>
- Blahun, I. S., & Nadvirnianskyi, Yu. R. (2022). Zastosuvannia hrovitatsiinykh modelei dlia analizu torhivli mizh Ukrainoiu ta YeS [Application of gravity models for analyzing trade between Ukraine and the EU]. *Biznes Inform*, 12, 140–145. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-12-140-145>

- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (n. d.). *Obsiahy perevezennykh vantazhiv za vydamy transportu* [Volumes of transported goods by type of transport]. https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/tr/opv/arh_opv_u.htm
- Duerkop, S., & Huth, M. (2017). Transportation under Threat – A PESTLE Analysis for Critical Logistical Infrastructures. *4th International Conference on Transportation in Africa* (ICTA2017), Abuja, Nigeria. https://www.researchgate.net/profile/Adewole-Oladele/publication/320931921_Effective_Maintenance_Safety_and_Funding_for_Sustainable_Transport_Infrastructure_in_Africa/links/5a03326d458515713b428484/Effective-Maintenance-Safety-and-Funding-for-Sustainable-Transport-Infrastructure-in-Africa.pdf#page=14
- Eurostat. (n. d.). *Freight transport statistics – modal split*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Freight_transport_statistics_-_modal_split#Modal_split_of_freight_transport_in_the_EU
- Haletska, T. I., Topishko, N. P., & Haletskyi, S. M. (2022). Hravitatsiina model mizhnarodnoi torhivli: vytohy i suchasni pidkhody [Gravity model of international trade: origins and modern approaches]. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu «Ostrozka akademiia». Serii «Ekonomika»*, 27, 96–103. [https://doi.org/10.25264/2311-5149-2022-27\(55\)-96-103](https://doi.org/10.25264/2311-5149-2022-27(55)-96-103)
- Ishchuk, S. O., Sozanskyi, L. Y., Melnyk, M. I., & in. (2023). *Vyklyky ekonomichnoho rozvytku rehioniv Ukrainy v umovakh viiny ta povoiennoho vidnovlennia* [Challenges of economic development of the regions of Ukraine in the conditions of war and post-war recovery]. Lviv. <http://ird.gov.ua/irdp/e20230002.pdf>
- Kaliuzhna, N. H. (2017). Pidkhyd do vyznachennia hravitatsiinykh chynnykiv vplyvu na zovnishnotorhovelni vidnosyny krain [An approach to determining gravitational factors influencing the foreign trade relations of countries]. *Problemy ekonomiky*, 1, 26–31. https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2017-1_0-pages-26_31.pdf
- Kopchak, Yu. S., Lobunets, T. V., & Lukovskyi, R. I. (2024). SWOT-analiz yak vazhlyvyi instrument u rozrobsi stratehii biznesu [SWOT analysis as an important tool in developing a business strategy]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 61. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-146>
- Linnemann, N. (1966). *An Econometric Study of International Trade Flows*. North-Holland Publishing Company.
- Melnyk, T., Kalyuzhna, N., & Pugachevska, K. (2018). A Gravity Model of Trade Turnover between Ukraine and the EU. *Baltic Journal of Economic Studies*, 4(4), 217–222. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2018-4-4-217-222>
- Poberezhna, Z. (2024). Adaptivne upravlinnia na osnovi informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii v biznes-protsesakh pry formuvanni ekonomichnoi bezpeky pidpriemstva do neotekhnolohichnykh umov [Adaptive management based on information and communication technologies in business processes in the formation of economic security of the enterprise to neotechnological conditions]. *Ekonomichnyi analiz*, 34(4), 484–491. <https://doi.org/10.35774/econa2024.04.484>
- Prytula, Kh. M., Kalat, Ya. Ya., & Kyryk, I. M. (2022). *Rozvytok zon vplyvu mizhnarodnykh transportnykh korydoriv: analiz problem ta perspektyv* [Development of influence zones of international transport corridors: analysis of problems and prospects]. DU «Instytut rehionalnykh doslidzhen im. M. I. Dolishnoho NAN Ukrainy». Lviv. <http://ird.gov.ua/irdp/e20220401.pdf>
- Shevtsova, Ye., Díaz-Lanchas, J., Persyn, D., & Mandras, G. (2025). Trade spillover effects of transport infrastructure investments: a structural gravity analysis for EU regions. *Regional Studies*, 59(1), Art. 2441231. <https://doi.org/10.1080/00343404.2024.2441231>
- Smerichevskyi, S. F., Arefieva, O. V., & Piletska, S. T. (2022). Formuvannia stratehichnykh rishen pry upravlinni zminamy na pidpriemstvi [Formation of strategic decisions in managing changes at the enterprise]. *Biznes Inform*, 6, 108–117. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-6-108-117>
- Smerichevskyi, S. F., Poberezhna, Z. M., & Hura, S. M. (2024). Rozvytok teoretyko-metodychnykh osnov formuvannia innovatsiinoho potentsialu aviapidpriemstva [Development of theoretical and methodological foundations for the formation of innovative potential of an aviation enterprise]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 59. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-41>
- Smerichevskyi, S. F., Poberezhna, Z. M., Kolbushkin, Yu. P., & Gura, S. M. (2023). Formation of the security system and assessment of the competitive potential of air transport enterprises. *Intellectualization of Logistics and Supply Chain Management*, 21, 13–21. <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2023-21-2>
- The World Bank. (2025, June). *Ukraine's Transport and Logistics System: Current and Prospective Opportunities and Challenges*. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099061725033525342>

Науковий керівник – Побережна З. М.,
доктор економічних наук, професор,
професор кафедри економіки та бізнес-технологій,
Державний університет «Київський авіаційний інститут» (Київ)