

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-78-112>

УДК 332.1+656

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА РОЗВИТОК РЕГІОНАЛЬНИХ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДЕЛІ GTWR

STUDY OF SPATIOTEMPORAL HETEROGENEITY OF FACTORS INFLUENCING THE DEVELOPMENT OF REGIONAL LOGISTICS SYSTEMS USING THE GTWR MODEL

Бегей Богдан Васильович

аспірант кафедри економічної кібернетики,
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2033-5054>

Behei Bohdan

Vasyl Stefanyk Carpathian National University

Метою статті є застосування моделі GTWR для дослідження просторової та часової неоднорідності впливу факторів на регіональні логістичні системи. За допомогою PEST аналізу вибрано фактори, що впливають на регіональні логістичні системи. До них віднесено рівень інноваційного потенціалу, рівень цифровізації, інвестиції, транспортну інфраструктуру та екологічне регулювання. Побудовано модель географічної та часової зваженої регресії (GTWR), щоб виявити неоднорідний вплив кожного фактора на регіональні логістичні системи. Проведений аналіз показав, що вплив різних факторів на регіональні логістичні системи характеризувався просторовою та часовою неоднорідністю. Зокрема, позитивний вплив рівня цифровізації, інвестицій, транспортної інфраструктури та екологічного регулювання на розвиток логістичної галузі поступово зростає з часом. Він був сильнішим для східного регіону, ніж для західного.

Ключові слова: регіональна логістична система, фактори впливу, PEST аналіз, GTWR модель, інноваційна спроможність, рівень цифровізації, капітальні інвестиції, транспортна інфраструктура, екологічне регулювання.

The aim of the article is to apply the GTWR model to study the spatial and temporal heterogeneity of the influence of factors on regional logistics systems in order to form a locally adapted policy to promote the development of regional logistics systems. Using PEST analysis, factors influencing regional logistics systems were selected. These include political, economic, social and technological factors. Environmental regulation was selected as a political factor. Capital investments were selected as an economic factor. Transport infrastructure was selected as a social factor. Innovation potential and the level of digitalization were selected as technological factors. Descriptive characteristics of statistical results of explanatory variables were analyzed, which confirmed their independence. Based on the analysis of approaches to building spatio-temporal models, the geographical and temporal weighted regression (GTWR) model was selected. The GTWR model can simultaneously take into account the temporal and spatial non-stationarity of regression coefficients, which realizes a simultaneous explanation of the mechanism of temporal and spatial variations of various phenomena. A GTWR model was built on the indicators of 24 regions of Ukraine and the city of Kyiv for the period from 2002 to 2024. The analysis showed that the impact of various factors on regional logistics systems was characterized by spatial and temporal heterogeneity. In particular, an analysis of the temporal fluctuations of the GTWR regression coefficients was conducted. The impact of innovation on regional logistics systems is positive, except for the period from 2017 to 2020, and its positive effect gradually increases, indicating that the improvement of innovation capabilities contributes to the advancement of regional logistics systems. For all other factors, the positive impact on the development of the logistics industry also gradually increased over time. An analysis of the spatial distribution of the GTWR regression coefficients was conducted. From the spatial dimension, the driving effect of innovation capacity, the level of digitalization, capital investments and transport in-

infrastructure on regional logistics systems was stronger for the eastern region than for the western one. A number of policy recommendations have been formulated to eliminate or reduce the spatial heterogeneity of the development of regional logistics systems in Ukraine.

Keywords: regional logistics system, influencing factors, PEST analysis, GTWR model, innovative capacity, level of digitalization, capital investments, transport infrastructure, environmental regulation.

Постановка проблеми. Будучи основним стратегічним і інноваційним сектором національної економіки, галузь логістики є суттєвою рушійною силою економічного зростання, прискорюючи обіг продуктів і знижуючи виробничі витрати. Зосереджуючись на зниженні витрат і підвищенні ефективності, компанії стикаються з такими проблемами, як нерівномірний регіональний розвиток, низька ефективність виробництва, високі витрати та сильний тиск на навколишнє середовище. Наприклад, додана вартість за витратами виробництва підприємств логістики в Україні сягнула 316,2 трильйонів грн. у 2023 році, що на 21,36 % більше, ніж у 2019 році, в той час як її частка у ВВП країни знизилася за цей же період з 6,55 до 4,67 % [1].

Крім того, галузь логістики все ще є сектором, що забруднює навколишнє середовище. У 2024 році було прийнято Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року [2], згідно якого до 2030 року планується, що частка енергії з відновлюваних джерел у валовому кінцевому споживанні енергії в транспортному секторі становитиме не менше 17%, що в перерахунку на натуральні величини складає 830 тис. тонн нафтового еквівалента. Для порівняння, у 2020 році валове кінцеве споживання енергії з відновлюваних джерел у транспортному секторі становило 95 тис. тонн нафтового еквівалента [1], що у 9 разів менше.

Тобто, маючи високі експлуатаційні витрати та потребу у переході на енергію з відновлюваних джерел у валовому кінцевому споживанні, логістична галузь більше не може продовжувати екстенсивний шлях розвитку і зростання, та лише наголошувати на збільшенні «кількості», ігноруючи турботу про «якість». Тому важливими питаннями є побудова такої системи індексів оцінювання регіональної логістичної системи (РЛС), яка б дозволила проаналізувати часові тенденції еволюції та просторовий розподіл рівня РЛС, встановити фактори, які на це впливають, виявити чи спростувати наявність просторово-часової неоднорідності у напрямку та масштабі впливу цих аспектів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний час наукові дослідження в основному вивчають рівень розвитку РЛС та фактори її впливу в регіональному розрізі. Існуюча література використовує моделі оптимізації цільових функцій, регресійні залежності або авторегресійну модель. Зокрема, в статті Трушкіної Н. та ін. [3] розроблено клас-терну модель організації логістичної діяльності в регіоні за допомогою 10 груп показників, яка забезпечує механізм сталого розвитку регіональної транспортно-логістичної системи. Іванов С. та ін. [4] порівнюють різні види регресійних залежностей (лінійна, степенева), які сформовані на основі підібраних попередньо показників діяльності транспорту. Проте ці праці уникають врахування впливу на РЛС таких новітніх факторів, як цифрові, інноваційні чинники, зелена або циркулярна економіка у зв'язку з відсутністю/неповнотою статистичних даних.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Огляд нашої літератури показав, що дослідження РЛС також містять недоліки щодо вибору факторів, які впливають на РЛС. Через регіональні відмінності, політичну волю та економічну базу неможливо прийняти універсальну політику для просування РЛС у різних областях. Результати регресії, отримані з економетричних моделей, які зазвичай застосовуються в існуючій літературі, є лише «усередненими» в тому сенсі, що вони не можуть охопити одночасно просторову та часову неоднорідність впливу усього спектру різноманітних факторів на РЛС, що зрештою обмежує теоретичні та політичні висновки досліджень.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є застосування моделі GTWR для дослідження просторової та часової неоднорідності впливу факторів на РЛС з метою формування місцево адаптованої політики для сприяння розвитку РЛС.

Виклад основного матеріалу дослідження. Галузь логістики – це комплексна галузь, що об'єднує транспортування, складування та інформацію, а РЛС – це багатовимірна концепція. Таким чином, фактори,

що впливають на РЛС, не є єдиними, а мають включати кілька аспектів. Структура PEST аналізу (політичний, економічний, соціальний, технологічний) служить аналітичним інструментом, який можна використовувати для оцінки впливу макросередовища на розвиток бізнесу чи галузі [5]. Отже, в рамках PEST аналізу і в поєднанні з результатами існуючих досліджень вибрано фактори, що впливають на РЛС:

Політичний фактор. Політичний фактор стосується впливу політичної системи країни чи регіону, керівних принципів і політики, законів і нормативних актів на розвиток галузі. Зелений розвиток є ядром і суттю РЛС. Екологічне регулювання – це регулювання підприємницької діяльності урядом шляхом розробки відповідної політики та заходів для захисту навколишнього середовища та зменшення забруднення і демонстрації волі уряду [2]. Відповідно, екологічне регулювання вибрано як політичний фактор.

Економічний фактор. Економічні чинники охоплюють широкий спектр факторів, включаючи промислове розташування, статус ресурсів, рівень економічного розвитку, глобалізацію (вільний рух капіталу) тощо. Посилаючись на [6], капітальні інвестиції вибрані як економічний фактор.

Соціальний фактор. Транспортна інфраструктура не лише є важливою гарантією суспільного виробництва та життя населення, але й є першорядною умовою розвитку логістичної галузі [7]. Виходячи з цього, як соціальний фактор обрано транспортну інфраструктуру.

Технологічний фактор. В якості технічних факторів обрано інноваційний потенціал і рівень цифровізації. Цифрова економіка, заснована на новому поколінні інформаційних технологій, стала новою рушійною силою економічного розвитку [8].

Логістика не підпадає під Класифікацію видів економічної діяльності (КВЕД) в Україні. Як і більшість присвяченої літератури аналізу логістики, ми замінили галузь логістики транспортуванням, зберіганням і поштовим зв'язком, які відповідають класифікатору видів економічної діяльності Н «Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність». Для оцінки показників розглянуто 24 області України та м. Київ¹ за період з 2002 по 2024 роки. Вихідні дані взято з сайту

Державної служби статистики України та сайтів Головних управлінь статистики в областях України та м. Києві. Щоб усунути вплив коливання цін, змінні, пов'язані з цінами, конвертувалися у фактичні значення з використанням 2002 року як базового року. Відсутні дані було доповнено методами лінійної інтерполяції та лінійного тренду, щоб забезпечити цілісність вибірових даних. Табл. 1 відображає описові характеристики статистичних результатів пояснювальних змінних.

Далі дослідимо розподіл просторової та часової неоднорідності у впливі вибраних факторів на РЛС за допомогою моделі GTWR (географічна та часова зважена регресія). Метод GTWR вбудовує часові елементи та просторові розташування об'єктів спостереження в модель, а потім отримує відповідні локальні оцінки об'єктів спостереження в кожній часовій точці та кожному просторовому місці, що є моделлю локальних змінних коефіцієнтів, яка може виявляти просторово-часову нестаціонарність [9]. Модель GTWR може одночасно враховувати часову і просторову нестаціонарність коефіцієнтів регресії, що реалізує одночасне пояснення механізму часових і просторових варіацій географічних явищ і широко застосовується в екології, економіці та соціології. Загальна форма рівняння така:

$$S_i^t = \beta_0(u_i, v_i, t_i) + \sum_{k=1}^n (u_i, v_i, t_i) z_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$d_{ij} = \sqrt{\lambda \left[(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2 \right] + \mu (t_i - t_j)^2} \quad (2)$$

де S_i^t – оцінка рівня РЛС в конкретній точці вибірки i ; z_{ik} – значення спостереження k -ої змінної в конкретній точці вибірки i ; (u_i, v_i, t_i) показує відповідно довготу, широту та час спостереження i -ї точки вибірки; $\beta_0(u_i, v_i, t_i)$ означає охоплення в різні періоди i -ї точки вибірки; ε_i означає помилку; d_{ij} означає просторово-часову відстань між точкою вибірки i та j ; λ і μ – параметри масштабу, які використовуються для збалансування просторово-часової відстані.

Коли $\mu = 0$, це означає відсутність часового ефекту, і модель GTWR зводиться до моделі географічно зваженої регресії (GWR). Подібним чином, коли $\lambda = 0$, немає просторового ефекту, і модель GTWR зводиться до моделі часової зваженої регресії (TWR). Крім того,

¹Дані взято без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії [1].

Таблиця 1

Описова статистика пояснювальних змінних

Назва змінної	Позначення змінної	Одиниця вимірювання	Середнє значення	Стандартне відхилення	Мінімум	Максимум
Інноваційна спроможність	z1	одиниць	77,79	11,92	73,92	116,40
Рівень цифровізації	z2	%	19,52	6,75	5,86	31,46
Капітальні інвестиції	z3	млн. грн.	13660,15	13952,75	14273,21	14625,72
Транспортна інфраструктура	z4	км/км ²	0,12	0,01	0,09	0,14
Екологічне регулювання	z5	грн./КВт-год.	1344,21	1281,88	172,37	4669,65

Джерело: розраховано автором

h представляє пропускну здатність і визначається методом AIC критерію.

Вибір моделі. Дослідимо просторову та часову неоднорідність факторів, що впливають на РЛС із застосуванням моделі GTWR. Щоб усунути гетероскедастичність і зменшити флуктуацію даних, виконано логарифмічну обробку змінних, крім рівня цифровізації (його показник вимірюється у відносних одиницях). Одночасно побудовано модель OLS, модель TWR і модель GWR, а потім здійснено порівняння відповідних параметрів результатів регресії чотирьох моделей (табл. 2). Модель OLS має R^2 0,3982, що є найнижчим показником відповідності серед чотирьох моделей, що вказує на те, що регресійна модель включає лише меншу частку дисперсії пояснювальних змінних. Моделі TWR і GWR мають значення R^2 0,4928 і 0,5294 відповідно, що краще, ніж модель OLS. На відміну від попередніх, модель GTWR має R^2 0,7830, що значно краще, ніж у трьох інших моделей.

Крім того, Standard Error та SS_e позначають залишкову суму квадратів і оцінене стандартне відхилення залишків відповідно. Модель з їх меншими значеннями краще відповідає спостережуваним даним. Як видно з табл. 2, модель GTWR має найменші значення Standard Error та SS_e серед чотирьох моделей на рівні 0,0113 і 0,0026 відповідно, і тому має найвищу точність. Крім того, AIC_c критерій є дуже важливим показником для перевірки якості моделі. Чим менше значення AIC_c моделі, тим сильнішою є її пояснювальна сила. З табл. 2 видно, що значення AIC_c моделі GTWR набагато менше, ніж у моделей OLS і TWR, а різниця з моделлю GWR перевищує 18, що є достатнім для вказівки

на оптимальну продуктивність моделі GTWR [10]. Крім того, хоча обидві моделі TWR і GWR мають деякі переваги перед моделлю OLS, перевага моделі GWR набагато більша, що вказує на те, що просторова неоднорідність є більш важливою, ніж часова неоднорідність. Підсумовуючи, модель GTWR з огляду на часову та просторову нестационарність є кращою за інші традиційні моделі.

Часові коливання коефіцієнтів регресії.

Щоб зрозуміти часові еволюційні характеристики наслідків впливу різних факторів на РЛС, використовуючи результат регресії моделі GTWR, тренд середнього значення коефіцієнтів регресії різних факторів з 2002 по 2024 рік зображено за допомогою лінійного графіка, як показано на рис. 1.

Інноваційна спроможність. Вплив інновацій на РЛС є позитивним, за винятком періоду з 2017 по 2020 роки, і його позитивний ефект поступово посилюється, що вказує на те, що вдосконалення інноваційних можливостей сприяє просуванню РЛС. У логістичній галузі застосовуються нові технології, продукти, усуваються відсталі та неефективні технології та обладнання, що сприяє підвищенню рівня механізації та ефективності обслуговування, зменшенню витрат на обслуговування, а також спонукає логістичну галузь розвиватися в більш просунутому напрямку. Наприклад, ступінь автоматизації щодо сортування значно підвищує ефективність логістичної ланки сортування та зменшує помилки сортування. Крім того, технологія автоматичного водіння може зменшити логістичні транспортні витрати та час транспортування.

Рівень цифровізації. Усі оцінки параметрів рівня цифровізації є позитивними, що вка-

Таблиця 2

Діагностична інформація чотирьох моделей

Індикатор	OLS	TWR	GWR	GTWR
R ²	0,3982	0,4928	0,5294	0,7830
Standard Error	0,2050	0,1916	0,0127	0,0113
SS _e	0,7984	0,6243	0,0029	0,0026
AIC _c	-15,2699	-9,3970	-173,4304	-192,3078

Джерело: розраховано автором

зує на те, що цифрові технології відіграють важливу роль у покращенні РЛС. Цифровізація є ефективним підходом до підвищення ефективності логістичної галузі. Проникнення цифрових технологій у всі операційні аспекти логістичної галузі сприяло безперервному з'єднанню та ефективному проникненню в логістичну діяльність через швидкий доступ до інформаційних ресурсів, надаючи нові можливості для логістичних підприємств для оптимізації логістичних процесів, зниження витрат на логістику, підвищення операційної ефективності та якості послуг. Деякі логістичні підприємства, як показав ретроспективний аналіз, використовують цифрові технології, такі як IoT, AI і 5G, щоб підвищити ефективність роботи та розмір ринку інтелектуальної логістики. Таким чином, із безперервним розвитком цифрових технологій нового покоління та прискореною інтеграцією з логістичною галуззю роль цифровізації в її просуванні зростає.

Капітальні інвестиції. Середні коефіцієнти регресії капітальних інвестицій за кожен рік становлять від 0,1579 до 0,1721. Серед них коефіцієнти регресії капітальних інвестицій з 2002 по 2010 рр. демонстрували стійкий низький рівень. На етапі зародження логістики в країні технологічний розрив між місцевими логістичними підприємствами та іноземними підприємствами був великим, і вони не могли поглинути ефект переливу технологій, спричинений інвестиціями, тому капітальні інвестиції в основному характеризували ефект витіснення. Навпаки, вплив капітальних інвестицій на РЛС змінився з 2011 року. Зокрема, місцеві логістичні підприємства скорочують відставання від іноземних підприємств, покращуючи свій технологічний рівень. Таким чином, ефект витіснення поступово перетворився на позитивний додатковий ефект. У довгостроковій перспективі інвестиції вигідні для РЛС. З точки зору макроперспективи, інвестиції також мають позитивний вплив на якісний розвиток національної економіки.

Транспортна інфраструктура. Коефіцієнти регресії транспортної інфраструктури показали тенденцію спочатку до зменшення, а потім до зростання з кожним роком, з мінімумом 0,052 у 2002 році та піком хвилі 0,152 у 2022 році. З 2020 року в Україні реалізувалась урядова програма, ініційована Президентом України Володимиром Зеленським «Велике будівництво», яка була спрямована на розвиток в тому числі транспортної інфраструктури. Велика частина інвестицій була спрямована на будівництво інфраструктури, такої як автомагістралі та автодороги, а транспортна мережа ставала більш досконалою. Ідеальна транспортна інфраструктура може зміцнити зв'язок і співпрацю між регіонами, розірвати регіональну блокаду, сприяти швидкому та вільному потоку капіталу, робочої сили, а також інших логістичних ресурсів, підвищити ефективність розподілу факторів, і поступово підвищити просування РЛС під час цього процесу. Подібним чином транспортна інфраструктура позитивно впливає на рівень зеленого розвитку логістичної галузі.

Екологічне регулювання. Екологічні норми поступово посилювали свій вплив на РЛС у 2002–2024 роках. У короткостроковій перспективі посилене урядове екологічне регулювання, безсумнівно, підвищує вартість контролю забруднення для підприємств, що призводить до зниження прибутковості та продуктивності. Тим часом збільшення фінансування заходів із контролю забруднення підприємствами має витісняючий ефект на фінансування науково-дослідних розробок. Ефект витіснення від економічного ефекту не є корисним для РЛС. У довгостроковій перспективі, за ефекту компенсації інновацій, екологічне регулювання змусить підприємства пом'якшувати обмеження щодо витрат за допомогою екологічних інновацій. Тому екологічне регулювання може сприяти цьому через «ефект компенсації інновацій».

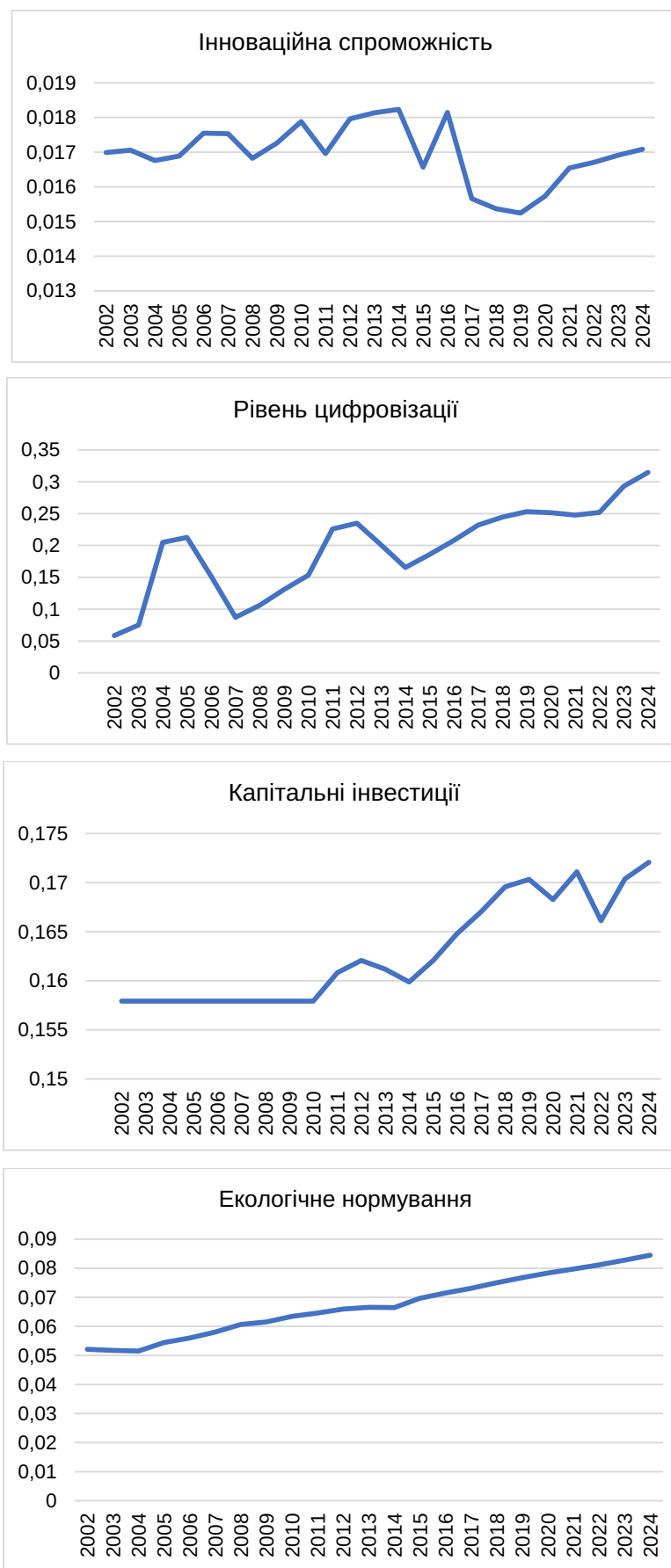


Рис. 1. Часові коливання коефіцієнтів регресії різних факторів впливу з 2002 по 2024 роки

Джерело: розраховано автором

Просторовий розподіл коефіцієнтів регресії. Для візуалізації регіонального розподілу коефіцієнтів регресії кожного фактора впливу вибрано середні значення за 2002-2024 роки, та розподілено їх на п'ять рівнів за допомогою формули природної точки розриву (рис. 2).

Інноваційна спроможність. За період дослідження регіони з високим значенням коефіцієнта регресії інноваційного потенціалу були зосереджені серед східних та центральних регіонів, таких як Харківська, Дніпропетровська області та м. Київ, тоді як коефіцієнти регресії інноваційного потенціалу були найнижчими в Луганській та Херсонській областях. Крім того, з точки зору середнього значення, середнє значення коефіцієнта регресії інноваційної спроможності кожного регіону протягом досліджуваного періоду загалом представляло градієнт-спадний розподіл зі сходу на захід. Це вказує на те, що інноваційний потенціал відіграє життєво важливу роль у просуванні РЛС у східному регіоні та невелику роль у його покращенні в західному регіоні. Ймовірно, це тому, що сприяння незалежним інноваціям вимагає інноваційних ресурсів, таких як таланти, капітал, сучасне обладнання та обладнання. Східний та центральний регіон, м. Київ – це зосередження університетів і науково-дослідних установ, де збираються таланти, а економічне процвітання дає фінансову допомогу для науково-технічної реконструкції. Таким чином, їх переваги в інноваційній спроможності більш очевидні, ніж в інших регіонах, і їх роль у сприянні РЛС також є більш важливою.

Рівень цифровізації. У 2002-2024 рр. коефіцієнти регресії рівня цифровізації були високими лише для Одеської області, близькими до високого рівня у Київській області та середніми у Житомирській та Донецькій областях. Всі інші області демонстрували низький або близький до низького рівень цифровізації. В цілому рівень цифровізації кожного регіону позитивно вплинув на РЛС, і його вплив посилювався від північного до південного регіону. Просторовий розподіл коефіцієнтів регресії рівня цифровізації зображує коливання високого на сході та низького на заході з урахуванням середніх значень. Західний регіон має слабку економічну базу, відносну відсутність талантів, необхідних для підтримки розширення цифрової економіки, відсталу інфраструктуру, обладнання, а також ключові технології та низький рівень цифровізації, тому відіграє мінімальну роль у висо-

кому розвитку логістичної галузі. Загалом цифрова трансформація логістичної галузі України все ще знаходиться на зародковій стадії. Під час швидкого зростання логістичної галузі в центральному регіоні інтеграція цифрових технологій і логістичної галузі все ще є поверхневою. Вони не досягли хорошої синергії, тому дивіденди цифрової економіки важко отримати повністю і вони мають довгостроковий ефект.

Капітальні інвестиції. У 2002-2024 рр. високий рівень коефіцієнта регресії капітальних інвестицій на РЛС мав місце тільки в м. Київ, відносно високий рівень – в Київській та Дніпропетровській областях, тоді як капітальні інвестиції в усіх інших областях тяжіли до низького рівня. Це може свідчити про концентрацію інвестиційного забезпечення РЛС в центрі їх розподілу і тим самим провокувати нерівномірність розвитку РЛС. Загалом, завдяки політичній орієнтації та перевагам у географічному розташуванні та економічній силі, центрально-східний регіон залучив велику кількість інвестицій. Капітал, технології, обладнання та таланти, принесені припливом інвестиційного капіталу, дали йому новий імпульс. Навпаки, обмежений географічним розташуванням та історичною політикою, західний регіон не є таким привабливим для капітальних інвестицій, тому масштаби інвестування є відносно невеликими. Проте, порівнюючи результати регресії у 2002 та 2024 роках, можна зробити висновок, що було виявлено зростаючий вплив капітальних інвестицій на РЛС у Львівській області західного регіону.

Транспортна інфраструктура. У 2002-20224 роках коефіцієнти регресії транспортної інфраструктури загалом показали низький розподіл у всіх регіонах, окрім м. Києва. Транспортна інфраструктура є важливим джерелом порівняльних переваг для логістичної галузі. У 2022 році регіони, де транспортна інфраструктура відігравала важливу роль у підвищенні РЛС, все ще були зосереджені у східних і центральних областях. Однак коефіцієнти регресії областей у західному регіоні зросли порівняно з 2002 роком з початком повномасштабного вторгнення, і його середній коефіцієнт регресії був приблизно в шість разів вищим, ніж у 2002 році. Це тому, що будівництво транспортної інфраструктури України поступово переміщувалося на захід. Крім того, коефіцієнти регресії у Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській областях все ще були негативними, особливо коефіці-

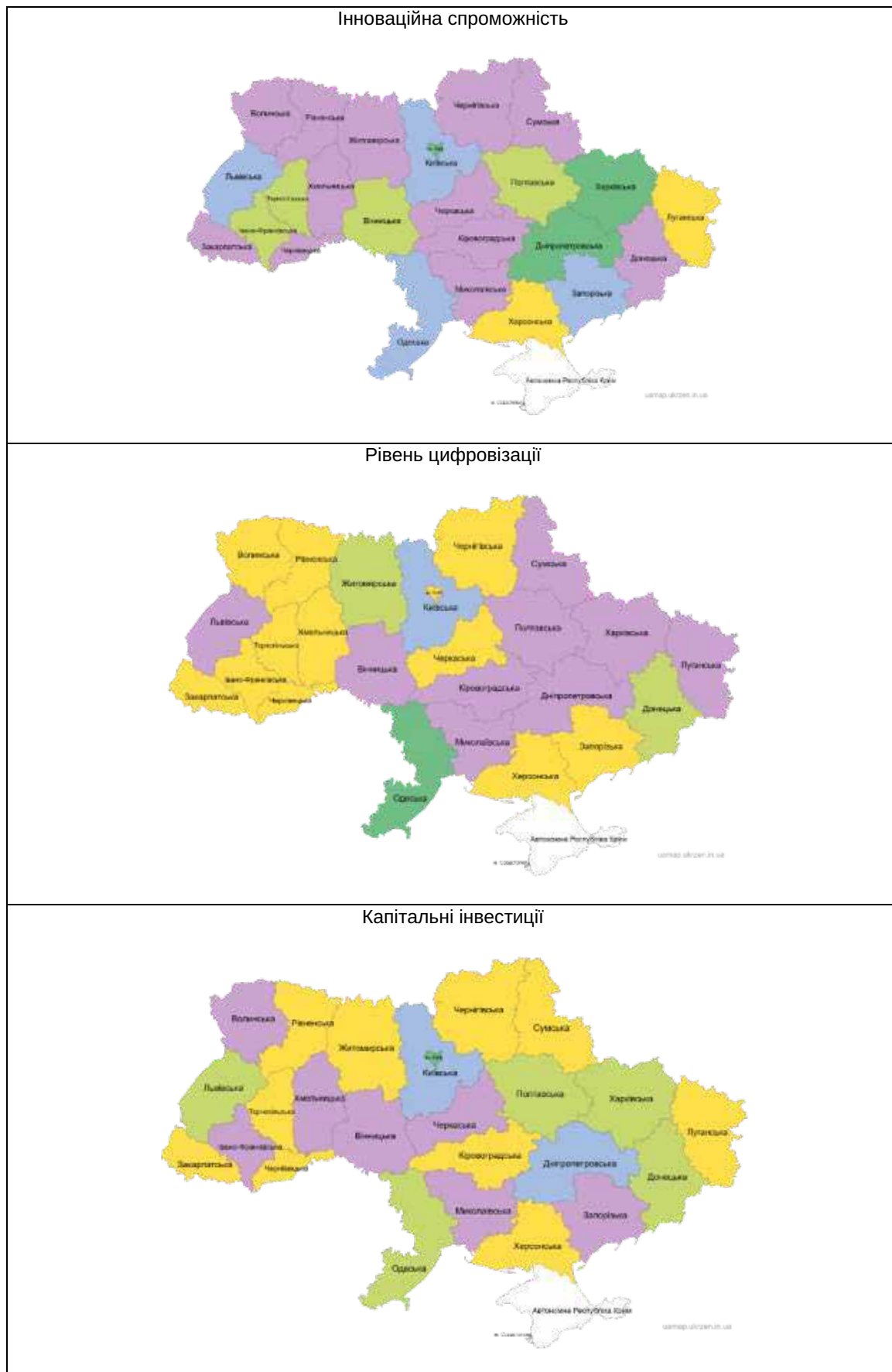


Рис. 2. Просторовий розподіл коефіцієнтів регресії різних факторів впливу з 2002 по 2024 роки
Джерело: розраховано автором

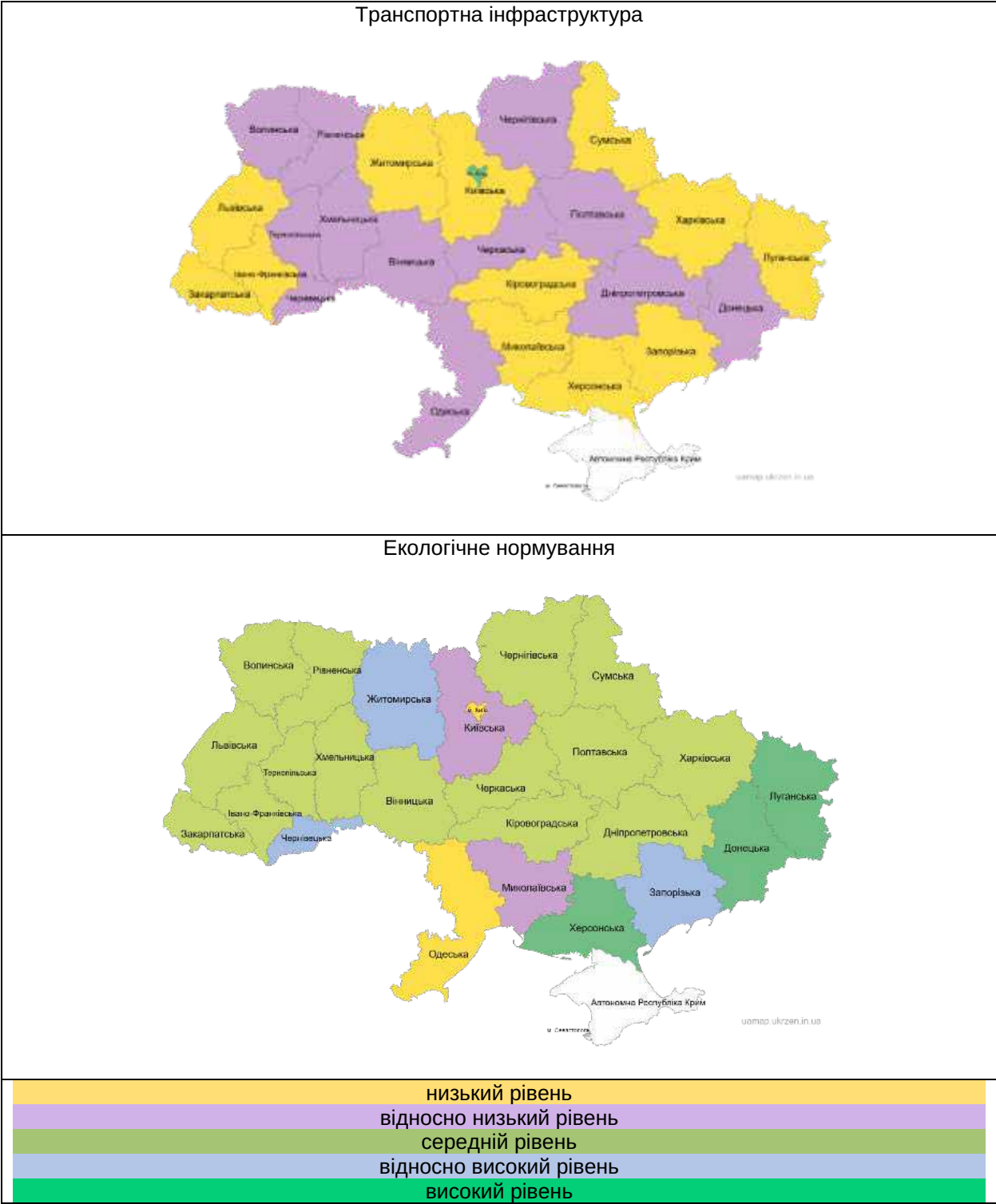


Рис. 2. Просторовий розподіл коефіцієнтів регресії різних факторів впливу з 2002 по 2024 роки (закінчення)

Джерело: розраховано автором

ЕКОНОМІКА

ент регресії у Закарпатській області мав найменше значення $-0,041$. РЛС у Івано-Франківській області займає перше місце в західному регіоні, але щільність його транспортної мережі була набагато нижчою, ніж у Львівській, Тернопільській, Чернівецькій областях, що серйозно заважало РЛС. Характеристики просторового розподілу середніх значень були такими ж, як у 2002 та 2024 роках, і цей результат також вказував на те, що західному

регіону все ще потрібно продовжувати розвивати транспортну інфраструктуру.

Екологічне регулювання. Існує значна регіональна неоднорідність у впливі екологічного регулювання на логістичну галузь. Щоб краще інтерпретувати результати регресії, розраховано коефіцієнти кореляції Пірсона між екологічним регулюванням і впливом логістичної галузі на навколишнє середовище (тобто споживанням енергії та викидами вуглецю) у окремих регіонах (табл. 3). У досліджуваному періоді вплив екологічних норм на РЛС показав поступовий стримуючий вплив від східних до південних регіонів, причому негативний вплив на південний регіон був більш очевидним. У цей період південний регіон (Одеська та Миколаївська області) перебував у золотому періоді швидкого економічного зростання, і ідея «довкілля поступалася місцем економіці» була реалізована урядом і визнана громадськістю. Як видно з табл. 3, статистична кореляція між екологічним регулюванням та споживанням енергії, а також викидами вуглецю в логістичній галузі в південному регіоні є значною і негативною.

Одним із можливих пояснень є те, що, оскільки підприємства в економічно розвинутих регіонах можуть витримувати більш високі штрафи завдяки своїй ефективній діяльності та зовнішньому середовищу, коли попит на викиди зростає, втрата ефективності, спричинена нижчим виробництвом і викидами, є більшою, ніж вартість штрафів. У результаті підприємства вирішують прийняти екологічні штрафи та продовжувати свою виробничу

діяльність, що зрештою зменшує вплив екологічного регулювання.

Висновки. Для вивчення просторово-часової неоднорідності п'яти факторів, що впливають на РЛС, використано модель GTWR. Вплив різних факторів на РЛС характеризувався явною просторовою та часовою неоднорідністю. З точки зору часу, рівень цифровізації, транспортна інфраструктура, капітальні інвестиції та екологічне регулювання мали позитивний вплив на РЛС між 2002 та 2024 роками, тоді як інноваційний потенціал змінював свій вплив у 2017-2020 роках. З просторового виміру рушійний ефект інноваційної спроможності, рівня цифровізації, капітальних інвестицій та транспортної інфраструктури на РЛС продемонстрував характеристики розподілу - сильні на сході, але слабкі на заході. Таким чином, уряд має продовжувати та поглиблювати політику західного розвитку, сприяти поступовому переміщенню промисловості зі сходу на захід та зміцнювати економічну основу на заході. Крім того, уряд також повинен посилити фінансову політику на захід, щоб розвиток логістичної галузі приносив користь більшій кількості регіонів і людей.

Також галузь логістики повинна подолати регіональні бар'єри, зміцнити міжрегіональне промислове співробітництво, зменшити міжрегіональні відмінності в рівні РЛС і пом'якшити явище поляризації. Зокрема, центральному та східному регіонам слід покладатися на перевагу першоджерела розвитку логістичної галузі, прискорити обслуговування, а також технологічні інновації, а

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції Пірсона між екологічним регулюванням і впливом логістичної галузі на навколишнє середовище за окремими

Миколаївська область	Викиди діоксиду вуглецю	Споживання електроенергії	Екологічне регулювання	Одеська область	Викиди діоксиду вуглецю	Споживання електроенергії	Екологічне регулювання
Викиди діоксиду вуглецю	1			Викиди діоксиду вуглецю	1		
Споживання електроенергії	0,582278	1		Споживання електроенергії	0,874263	1	
Екологічне регулювання	-0,84023	-0,87047	1	Екологічне регулювання	-0,8816	-0,96202	1

Джерело: регіонами розраховано автором

також підвищити провідні можливості у логістичній мережі. Західні регіони мають зосередитись на територіях у занедбаному стані. Спираючись на перевагу державної підтримки, ці області повинні сприяти швидкому розвитку логістичної галузі. Вони мають активно використовувати власні переваги та шукати власний шлях розвитку логістичної галузі. Водночас галузь логістики повинна налагодити

ефективну співпрацю та канали зв'язку між регіонами, прискорити потік і розповсюдження виробничих факторів, зміцнити взаємозв'язок транспортних шляхів, а також сприяти додатковим перевагам та економічним зв'язкам між регіонами, щоб реалізувати швидку циркуляцію логістичних ресурсів, принести ефект масштабу та звуження відмінностей між регіонами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/uk> (дата звернення: 20.08.2025)
2. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text> (дата звернення: 18.08.2025)
3. Трушкіна Н., Джвігол Х., Квілінський О. (2021). Кластерна модель організації логістичної діяльності в регіоні (на прикладі економічного району «Поділля»). *Journal of European Economy*. Том. 20. № 1(76). 130–151.
4. Іванов С. В., Ляшенко В. І., Трушкіна Н. В. Прогнозна оцінка показників розвитку регіональної транспортно-логістичної системи Придніпровського економічного району. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Адміністративно-територіальні vs економічно-просторові кордони регіонів»*, КНЕУ, 19–20 березня 2020 р.
5. Mainali B., Mahapatra K., Pardalis G. (2021). Strategies for deep renovation market of detached houses. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 138, 110659
6. Імпульс консалтинг. Дослідження «Аналіз логістичного ринку та складських послуг в Україні». URL: <https://www.impulse-consulting.com.ua/analiz-lohistychnoho-rynku-ta-skladskykh-posluh-v-ukraini/> (дата звернення: 25.08.2025)
7. Смирнова Н. В. (2021). Оцінка макросередовища логістичної діяльності в Україні. *Економічний вісник Причорномор'я*. № 1. 94–108.
8. Gruber H. (2019). Proposals for a digital industrial policy for Europe. *Telecommun. Policy* 43 (2), 116–127.
9. Huang B., Wu B., Barry M. (2010). Geographically and temporally weighted regression for modeling spatio-temporal variation in house prices. *Int. J. Geogr. Inf. Sci.* 24 (3), 383–401.
10. Xu A., Qian F., Ding H., Zhang X. (2023). Digitalization of logistics for transition to a resource-efficient and circular economy. *Resour. Policy*. 83. 103616.

REFERENCES:

1. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. Available at: <https://stat.gov.ua/uk> (accessed August 20, 2025) (in Ukrainian)
2. Natsionalnyi plan dii z vidnovliuvanoi enerhetyky na period do 2030 roku [National Renewable Energy Action Plan for the period up to 2030]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text> (accessed August 18, 2025) (in Ukrainian)
3. Trushkina N., Dzhvihol Kh., Kvilinskyi O. (2021). Klasterna model orhanizatsii lohistrychnoi diialnosti v rehioni (na prykladi ekonomichnoho raionu «Podillia») [Cluster model of organizing logistics activities in the region (using the example of the Podillia economic district)]. *Journal of European Economy – Journal of European Economy*. Vol. 20. № 1(76). P. 130–151. (in Ukrainian)
4. Ivanov S. V., Liashenko V. I., Trushkina N. V. (2020). Prohnozna otsinka pokaznykiv rozvytku rehionalnoi transportno-lohistychnoi systemy Prydniprovskoho ekonomichnoho raionu [Forecast assessment of the development indicators of the regional transport and logistics system of the Pridneprovsky economic district]. *Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Administratyvno-terytorialni vs ekonomichno-prostorovi kordony rehioniv»*, KNEU, 19–20 bereznia 2020 r. (in Ukrainian)
5. Mainali B., Mahapatra K., Pardalis G. (2021). Strategies for deep renovation market of detached houses. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 138, 110659 (in English)
6. Impuls konsaltnyh. Doslidzhennia «Analiz lohistrychnoho rynku ta skladskykh posluh v Ukraini» [Impulse Consulting. Research "Analysis of the Logistics Market and Warehouse Services in Ukraine"]. Available at: <https://www.impulse-consulting.com.ua/analiz-lohistychnoho-rynku-ta-skladskykh-posluh-v-ukraini/> (accessed August 25, 2025) (in Ukrainian)

7. Smyrnova N. V. (2021). Otsinka makroseredovyshcha lohistychnoi diialnosti v Ukraini [Assessment of the macroenvironment of logistics activities in Ukraine]. *Ekonomichnyi visnyk Prychornomoria – Economic Bulletin of the Black Sea Region*. № 1. P. 94–108. (in Ukrainian)
8. Gruber H. (2019). Proposals for a digital industrial policy for Europe. *Telecommun. Policy* 43 (2), 116–127.
9. Huang B., Wu B., Barry M. (2010). Geographically and temporally weighted regression for modeling spatio-temporal variation in house prices. *Int. J. Geogr. Inf. Sci.* 24 (3), 383–401.
10. Xu A., Qian F., Ding H., Zhang X. (2023). Digitalization of logistics for transition to a resource-efficient and circular economy. *Resour. Policy*. 83. 103616.