

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 332.1+656
JEL Classification: C14; D63; O18; R13; R40

ОЦІНКА РІВНЯ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНИХ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ВДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ ЕНТРОПІЙНОЇ ВАГИ

©2025 БЕГЕЙ Б. В.

УДК 332.1+656
JEL Classification: C14; D63; O18; R13; R40

Бегей Б. В.

Оцінка рівня розвитку регіональних логістичних систем на основі вдосконаленого методу ентропійної ваги

Мета статті полягає в побудові та інтегральній оцінці системи показників регіональних логістичних систем за допомогою удосконаленого методу ентропійної ваги. Сприяння розвитку регіональних логістичних систем стає обов'язковим для зниження витрат на логістику в реальній економіці та посилення ендегенної складової економічного розвитку. В цій статті побудовано систему оцінки, що складається з 17 показників в чотирьох вимірах: масштаб результату, якість експлуатації, соціальний внесок і зелений розвиток. Ця система відображає як масштаб і ефективність логістичної галузі, так і її вплив на навколишнє середовище в процесі розвитку. Крім того, ця система відображає як зміни в самій галузі логістики, так і внесок її розвитку в інші галузі та засоби до існування людей. Для оцінки рівня розвитку регіональних логістичних систем застосовано вдосконалений метод ентропійної ваги та оцінку щільності ядра, щоб визначити просторовий і часовий розподіл, динамічну еволюцію та регіональні відмінності регіональних логістичних систем. Ключовою перевагою вдосконаленої системи ентропійних ваг є те, що вона використовує інформацію про індикатори як у просторових, так і в часових вимірах, використовуючи глобальну еталонну область, що дозволяє як вертикальне, так і горизонтальне порівняння результатів оцінки. Проведений комплексний аналіз характеристик регіональних логістичних систем з точки зору просторової та часової еволюції показав, що рівень регіональних логістичних систем зріс із середньорічними темпами зростання -0,04 % між 2002 та 2024 роками, однак із значними регіональними та міжобласними відмінностями. З 2002 по 2024 рік за рівнем середньорічних темпів зростання регіональних логістичних систем лише центральний, західний та північний регіони досягли ефективного зростання. Тобто регіональні логістичні системи у всій країні та п'яти основних регіонах були біполярними або мультиполярними, з характерними градієнтними характеристиками. Для аналізу динаміки розподілу регіональних логістичних систем і чіткого зображення еволюційної моделі рівня регіональних логістичних систем використано оцінку щільності ядра – непараметричний метод, який може описати модель розподілу випадкової величини в термінах неперервної кривої щільності. Результат дослідження показав, що через повномасштабне вторгнення розрив логістичних систем між регіонами поступово збільшувався, демонструючи поступове зменшення ознаки диференціації «схід – центр – захід».

Ключові слова: регіональна логістична система, масштаб результату, якість експлуатації, соціальний внесок, зелений розвиток, вдосконалений метод ентропійної ваги, оцінка щільності ядра.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2025-3-299-311>

Рис.: 4. **Табл.:** 1. **Формул.:** 8. **Бібл.:** 28.

Бегей Богдан Васильович – аспірант кафедри економічної кібернетики, Карпатський національний університет імені Василя Стефаника (вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна)

UDC 332.1+656
JEL Classification: C14; D63; O18; R13; R40

Behei B. V. Assessing the Development Level of Regional Logistic Systems Based on an Improved Entropy Weight Method

The aim of this article is to construct and carry out an integrated evaluation of a system of indicators for regional logistic systems using an improved entropy weight method. Promoting the development of regional logistic systems is crucial for reducing logistic costs in the real economy and enhancing the endogenous component of economic development. This article establishes an evaluation system consisting of 17 indicators organized into four dimensions: result scale, operational quality, social contribution, and green development. The system reflects both the scale and efficiency of the logistic sector and its environmental impact during development. Additionally, it captures changes within the logistic sector itself as well as its contributions to other industries and to people's livelihoods. An improved entropy-weight method and kernel density estimation were applied to assess the development level of regional logistic systems, in order to determine their spatial and temporal distribution, dynamic evolution, and regional differences. The key advantage of the improved entropy-weight system is that it utilizes indicator information in both spatial and temporal dimensions, using a global reference area, which allows for both vertical and horizontal comparisons of evaluation results. The comprehensive analysis of the characteristics of regional logistic systems in terms of spatial and temporal evolution showed that the level of regional logistic systems changed with an average annual growth rate of -0.04% between 2002 and 2024, though with significant regional and inter-provincial differences. From 2002 to 2024, based on the average annual growth rates of regional logistic systems, only the central, western, and northern regions achieved effective growth. In other words, regional logistic systems across the country and in the five main regions were bipolar or multipolar, with characteristic gradient features. To analyze the dynamics of the distribution of regional logistic systems and to clearly depict the evolutionary model of regional logistic system levels, the kernel density estimation – a nonparametric method capable of describing the distribution of a random variable in terms of a continuous density curve was

used. The study revealed that, due to the full-scale military invasion, the gap between logistic systems in different regions gradually widened, showing a gradual reduction in the differentiation feature of «east–center–west».

Keywords: regional logistic system, scale of the result, quality of operation, social contribution, green development, improved entropy weight method, kernel density estimation.

Fig.: 4. **Tabl.:** 1. **Formulae:** 8. **Bibl.:** 18.

Behei Bohdan V. – Postgraduate Student of the Department of Economic Cybernetics, Vasyl Stefanyk Carpathian National University (57 Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine)

Вступ. Будучи основним стратегічним і інноваційним сектором національної економіки, галузь логістики є суттєвою рушійною силою економічного зростання, прискорюючи обіг продуктів і знижуючи виробничі витрати. На цей час логістичний сектор не тільки має суттєвий вплив на зростання національної економіки, але також відіграє важливу роль в екологічному середовищі.

Попри виклики повномасштабного вторгнення, логістична галузь демонструє стійкість. Логістичні компанії відновлюють втрачені позиції та продовжують розбудовувати свій бізнес в Україні. Проте логістична галузь все ще знаходиться на стадії розвитку. 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 % [2].

Крім того, галузь логістики все ще є сектором, що забруднює навколишнє середовище. Транспортний сектор споживає значну частку енергії та викидає багато парникових газів, що призводить до забруднення навколишнього середовища та потепління клімату. У 2024 році було прийнято Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року [10], згідно з яким 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 [2], 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, тобто лише наголюшувати 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, виявити чи спростувати наявність просторово-часової неоднорідності у напрямку та масштабі впливу цих аспектів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На цей час наявні дослідження переважно вивчають рівень роз-

витку РЛС та фактори впливу в регіональному розрізі. Зокрема, в [3] запропоновано прогнозу оцінку показників, що характеризують розвиток регіональної транспортно-логістичної системи окремого економічного району, на підставі якої зроблено висновок, що збереження незначного рівня продуктивності праці та її зниження, низька капіталовіддача капітальних інвестицій можуть суттєво зменшити обсяги роботи залізничного та автомобільного транспорту. В [11] серед іншого запропоновано і розраховано індекс регіональної логістичної діяльності та здійснено багатовимірну типологію областей регіону за головними логістичними показниками. В [7] розроблено методику діагностики функціонування регіональної транспортно-логістичної системи, яка на основі запропонованих показників дозволила розрахувати комплексну оцінку ефективності функціонування системи та визначити її рівень.

Наявні дослідження, які висвітлюють питання взаємозв'язку показників логістики і сталого розвитку. Зокрема, в [14] розроблено кластерну модель організації логістичної діяльності в регіоні за допомогою 10 груп показників (політичні, інституційні, інвестиційно-фінансові, інфраструктурні, логістичні, тарифні, митні, інноваційні, інформаційні, екологічні), яка забезпечує механізм сталого розвитку регіональної транспортно-логістичної системи. У [8] досліджено методологію логістичного управління процесами ресурсвикористання для вирішення соціально-економічних проблем сталого розвитку регіону й окреслено особливості формування механізмів логістичного управління в регіональному вимірі. В [4; 5] розглянуто систему показників для інтегральної оцінки логістичного потенціалу регіону у контексті сталого розвитку регіонів. Зокрема, виділено такі його складові: географічна, соціально-економічна, транспортна, інфраструктурна, інституційна.

Проте в проаналізованих літературних джерелах відсутня єдність думок щодо вимірювання та оцінки рівня РЛС. На цей час існують два основних способи. Перший метод застосовує єдиний показник для вимірювання розвитку логістичної галузі, такий як зелений TFP [17]. Друга методика полягає у створенні системи індексів оцінки для вимірювання рівня РЛС. Зокрема, в [11] для виділення типів областей за головними логістичними показниками застосовано багатовимірний аналіз, а для інтегральної характеристики логістичної діяльності використано індексний метод. В [14] запропоновано розглядати 10 груп показників логістики, які потім об'єднано в кластерну модель у вигляді синергійного ефекту трьох функцій максимізації. В [3] порівнюються різні види регресійних залежностей (лінійна,

ступеневі), які сформовані на основі підібраних попередньо показників діяльності транспорту. В [7] сформовано початкову систему з 6 показників, на основі якої визначається інтегральна оцінка ефективності функціонування РАС за формулою коефіцієнта рангової кореляції Кендала. В [6] після розгляду 12 показників обрано в ролі інтегрального показника ефективності логістичної системи рентабельність операційної діяльності. Тобто для вимірювання рівня РАС науковці використовують дуже широкий та різноманітний спектр методів: від фінансового аналізу [6] до статистичних методів (регресійний [3], кореляційний [7], кластерний [14], індексний та багатовимірний [11] аналіз).

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Огляд наявної літератури показав, що дослідження РАС містить низку недоліків. По-перше, є недоліки у виборі показників. З одного боку, наявні системи оцінювання упереджено/суб'єктивно відображають «власні зміни» в логістичній галузі, такі як масштаб, ефективність та енергоспоживання, тоді як відображення її «внеску в розвиток» дещо неадекватне. З іншого боку, наявні системи оцінки містять індикатори процесу, такі як витрати на дослідження та розробки, складські площі та інноваційний потенціал, що ускладнює об'єктивне обчислення ефективності РАС. По суті, метою вимірювання рівня РАС є об'єктивне відображення досягнутого ступеня РАС. Таким чином, система індексів оцінювання повинна, наскільки це можливо, вибирати ті показники результатів, які точно відображають статус якісного розвитку, і ці показники процесу не повинні бути включені. По-друге, існують недоліки в оцінці РАС. Більшість літератури описує та аналізує результати вимірювань або у статичній регіональній перспективі, або у динамічному макроекономічному розрізі. Не вистачає поглиблених дискусій щодо одночасної просторово-часової еволюції та регіональних відмінностей РАС.

Мета статті полягає в тому, щоб створити систему показників оцінки РАС і, застосовуючи покращений метод ентропійної ваги, дослідити її динамічну еволюцію та просторові відмінності.

Опис методики проведення дослідження.

Покращений метод ентропійної ваги. Система індексів оцінки РАС складається з кількох індикаторів, тому ваги кожного індикатора необхідно спочатку визначити перед вимірюванням. Удосконалений метод ентропійної ваги, який враховує час для розрахунку ваги, має деякі переваги при розрахунку даних тривимірної панелі для регіонів, індикаторів і часу. Це пояснюється тим, що традиційний метод ентропійної ваги для встановлення матриці оцінки кожного індексу оцінки в кожному році також може реалізувати безрозмірність даних, але він враховує лише просторовий фактор і ігнорує часовий фактор. Тобто традиційний метод ентропійної ваги використовує лише статистичну інформацію для кожного показника в кожному році, використовуючи локальну еталонну область, що перешкоджає вертикальному порівнянню результатів вимірювань у часі.

Удосконалений метод ентропійної ваги включає змінну часу на основі традиційного методу ентропійної ваги та використовує для розрахунку ентропійної ваги кількість

інформації з індикаторів усіх досліджуваних об'єктів протягом усього періоду дослідження. На відміну від цього, ключовою перевагою вдосконаленої системи ентропійних ваг є те, що вона використовує інформацію про індикатори як у просторових, так і в часових вимірах, використовуючи глобальну еталонну область, що дозволяє як вертикальне, так і горизонтальне порівняння результатів оцінки [18]. Нами використано покращений метод ентропійної ваги для вимірювання рівня РАС у 25 регіонах України з 2002 по 2024 роки.

Припустимо, що є n об'єктів оцінювання, кожен з m показників, і проміжок часу з q періодів, ми будемо глобальну кубоїдну матрицю K порядку $nq \times m$, і $K = \{x_{ij}^t | i \in [1, n], j \in [1, m], t \in [1, q]\}$. Нижче наведено етапи реалізації вдосконаленого методу ваги ентропії.

1. Стандартизація початкових даних.

Позитивний показник:

$$y_{ij}^t = \frac{x_{ij}^t - \min x_j}{\max x_j - \min x_j}. \quad (1)$$

Негативний показник:

$$y_{ij}^t = \frac{\max x_j - x_{ij}^t}{\max x_j - \min x_j}. \quad (2)$$

вказує вихідні дані, а $\min x_j$ і $\max x_j$ вказують на мінімальне та максимальне значення всіх оцінюваних об'єктів j -го показника в період дослідження відповідно. Крім того, y_{ij}^t позначає стандартизовані дані j -го показника i -ї області в році t .

2. Визначення початкової ваги індикатора.

$$p_{ij}^t = \frac{y_{ij}^t}{\sum_{t=1}^q \sum_{i=1}^n y_{ij}^t}. \quad (3)$$

3. Обчислення інформаційної ентропії кожного показника.

$$E_j = -[\ln(qn)]^{-1} \times \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^q [p_{ij}^t \times \ln(p_{ij}^t)]. \quad (4)$$

При початковій вазі індикатор $p_{ij}^t = 0$, потім його визначають за формулою $\lim_{p_{ij}^t \rightarrow 0} p_{ij}^t \times \ln(p_{ij}^t) = 0$.

4. Обчислення ваги кожного показника.

$$W_j = \frac{1 - E_j}{m - \sum_{j=1}^m E_j}. \quad (5)$$

5. Оцінка рівня РАС S_i .

$$S_i = \sum_{j=1}^m (W_j \times y_{ij}^t). \quad (6)$$

Оцінка щільності ядра. Оцінка щільності ядра – це непараметричний метод, який може описати модель розподілу випадкової величини в термінах неперервної кривої щільності. Метод широко використовується в аналізі просторової нерівноваги. Наприклад, в [15] метод оцінки щільності ядра використано, щоб зобразити позицію розподілу, структуру та загальну продуктивність факторів

(TFP). Припускаючи, що випадкова величина X підкоряється ідентичному розподілу, функція щільності $f(x)$ це:

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{X_i - \bar{x}}{h}\right). \quad (7)$$

$$K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right), \quad (8)$$

де X_i – спостережуване значення, N – кількість спостережень, h – пропускна здатність, а K – функція Гауса.

Викладення основного матеріалу й отриманих наукових результатів. При формуванні системи показників ми виходили із фундаментальних принципів науковості, орієнтації на результат, доступності даних, вичерпності, лаконічності та стислості при виборі показників. Маючи глибоке розуміння наслідків РАС, оціночні показники

мали широке охоплення та відсорткування з проаналізованої вище літератури.

В результаті було створено систему індексів оцінки, яка включає 17 фундаментальних показників у чотирьох вимірах: масштаб виробництва, якість роботи, соціальний внесок і зелений розвиток (табл. 1).

Порівняно з попередніми дослідженнями система індексів оцінки РАС має такі переваги:

- порівняно з одним індикатором, як це було зроблено, наприклад, в [6], система індексів оцінки краще відображає багатовимірний характер РАС. Табл. 1 відображає як масштаби та ефективність розвитку логістичної галузі, так і вплив розвитку логістики на суспільство та навколишнє середовище, що дає змогу комплексно оцінити РАС;
- на відміну від суто кількісних абсолютних параметрів, як це зроблено в [3; 7; 14], нами було вибрано

Таблиця 1

Система індексів оцінки РАС

Виміри	Субіндикатори	Основні показники	Вимірювання	Одиниці вимірювання	Властивості
1	2	3	4	5	6
Масштаб виробництва	Масштаб кількості	Обсяг вантажів на душу населення (x_1)	Обсяг вантажів / Загальна кількість населення	тонн/особу	Позитивний
		Обсяг бізнесу на душу населення (x_2)	Обсяг бізнесу / Загальна кількість населення	тис. грн/особу	Позитивний
	Шкала цінностей	ДВЛГ на душу населення (x_3)	Додана вартість логістичної галузі (ДВЛГ) / Загальна кількість населення	тис. грн/особу	Позитивний
		Частка ДВЛГ (x_4)	ДВЛГ / ВВП	грн/1 тис. грн ВВП	Позитивний
Якість експлуатації	Ефективність випуску	Продуктивність праці (x_5)	ДВЛГ / Кількість зайнятих в логістиці	тис. грн/особу	Позитивний
		Фондовіддача (x_6)	ДВЛГ / Капітальні інвестиції	грн/1 грн інвестицій	Позитивний
		Ефективність використання землі (x_7)	ДВЛГ / Довжина транспортних шляхів	грн/1 км	Позитивний
	Структурна оптимізація	Транспортна структура (x_8)	Автомобільний вантажообіг / Загальний вантажообіг	%	Негативний
		Місто-сільська структура (x_9)	Співвідношення міського та сільського доходів на душу населення	пунктів	Негативний
Соціальний внесок	Промислова підтримка	Продуктивність праці в сільському господарстві (x_{10})	Додана вартість сільського господарства / Кількість зайнятих в сільському господарстві	грн/особу	Позитивний
		Продуктивність праці в промисловості (x_{11})	Додана вартість галузі / Кількість зайнятих в промисловості	грн/особу	Позитивний
		Розширена промислова структура (x_{12})	Додана вартість третинної галузі ¹ / Додана вартість вторинної галузі ²	грн/1 грн	Позитивний
	Поліпшення життєвого рівня населення	Збільшення податкових надходжень (x_{13})	Прибуток до оподаткування логістичної галузі / Кількість зайнятих в логістиці	грн/особу	Позитивний

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6
		Збільшення доходів (x_{14})	Темпи зростання середньої заробітної плати в галузі логістики	%	Позитивний
		Поглинання зайнятості (x_{15})	Кількість зайнятих у логістиці / Кількість зайнятих	%	Позитивний
Зелений розвиток	Енергозбереження	Споживання енергії на одиницю доданої вартості (x_{16})	Енергоспоживання логістичної галузі / ДВЛГ	ГВт-год/ грн	Негативний
	Зменшення викидів вуглецю	Викиди вуглецю на одиницю доданої вартості (x_{17})	Викиди вуглецю в логістичній галузі/ДВЛГ	тис. тонн/грн	Негативний

Джерело: розроблено автором

Третинна галузь, або сфера послуг, включає в себе економічну діяльність, пов'язану з наданням послуг, а не з виробництвом матеріальних благ. До неї відносяться такі види діяльності, як торгівля, транспорт, фінанси, освіта, охорона здоров'я, туризм та багато інших.

Вторинний сектор економіки охоплює галузі, що займаються переробкою сировини, отриманої з первинного сектору, у готову продукцію. До нього належать переробна промисловість та будівництво.

відносні показники результатів, які відображають ступінь та ефективність РАС, а вимірювання за показниками результатів може зробити результати оцінки більш науковими та обґрунтованими;

РАС включає як прямі економічні ефекти, створені нею самою, так і непрямі ефекти, викликані розвитком галузі. Табл. 1 інтегрує вимір соціального внеску в систему індексів оцінки РАС і вибирає шість основних індикаторів для вивчення радіаційної спроможності РАС, що є тим, що більшість літератури має тенденцію ігнорувати, наприклад, [4; 8].

Сформована система індексів оцінювання розглянуто в трьох аспектах і повністю перевірена її застосовність.

По-перше, розроблено опис РАС з чотирьох вимірів у глибину, щоб закласти міцну теоретичну основу для побудови системи індексів оцінки РАС і переконатися, що побудована система індексів оцінки є науково раціональною та застосовною.

По-друге, ключем до побудови системи індексів оцінки РАС є вибір розмірів. Як правило, якісна розробка є багатовимірною концепцією, тобто РАС вимірюється в багатьох вимірах. Таким чином, на додаток до виміру масштабу, було обрано вимір ефективності, вимір соціального внеску та зелений вимір, які можуть більш повно відображати поточну ситуацію РАС.

По-третє, створена система оціночних індексів узагальнила політичні директиви та результати попередніх досліджень.

З одного боку, повністю використано та асимільовано наявні дослідження, успадковуючи та розвиваючи ключові показники масштабу, ефективності та середовища з наявних досліджень [3–8; 11; 14; 17].

З іншого боку, розглянуто серію відповідних політичних документів [9; 12; 13], таких як, наприклад, Цілі сталого розвитку [1], і додано відповідні показники, такі як «соціальний внесок» та «зелений розвиток». Надзвичайно важливо зазначити, що вихідні дані для всіх цих показників, згаданих вище, доступні через офіційні статистичні

джерела [2]. Підсумовуючи, побудована система індексів оцінювання ґрунтується на дослідженнях сучасних викликів, національних реаліях та наукових працях українських та закордонних вчених, і тому має широку застосовність. Безумовно, систему індексів оцінки необхідно перевірити на її застосовність у наступних вимірюваннях конкретного застосування. Якщо система індексів оцінки може отримати точні та ефективні результати оцінювання в застосуванні вимірювання, достатньо перевірити її застосовність і здійсненність.

Згідно з табл. 1, далі застосовано покращений метод ентропійної ваги для оцінки рівня РАС у 24 областях України та м. Києві¹ за період з 2002 по 2024 роки. На рис. 1 показано середнє значення та середній коефіцієнт зростання рівня РАС у кожному регіоні.

Середній рівень РАС у шести областях, включаючи Дніпропетровську, Полтавську, Донецьку, Житомирську, Кіровоградську та Запорізьку, перевищує середній по країні (0,184). Три з них (Дніпропетровська, Полтавська, Кіровоградська обл.) розташовані у центральному регіоні, Донецька – у східному, Запорізька – у південному, а Житомирська – у північному регіоні. Ці області мають стратегічне значення в логістичній інфраструктурі України завдяки своєму географічному розташуванню та розвиненій транспортній мережі.

Наприклад, в Дніпропетровській області найбільша протяжність доріг в Україні, проходять міжнародна траса М04, М18, 6 логістичних хабів для митного оформлення, перевалки та зберігання вантажів. Придніпровська залізниця – одна з найпотужніших в Україні, з протяжністю понад 1000 км. Річка Дніпро – головна водна артерія, що перетинає область з півночі на південь. Порти: Дніпро, Кам'янське, Нікополь – судна типу «річка-море» забезпечують вихід у Чорне море. Таким чином, Дніпропетровська область з РАС 0,923 – це стратегічна область

¹ Дані наведено без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії [2].

в Україні з точки зору логістики, яка є транзитною ланкою між сходом і заходом України, з високою концентрацією промислових підприємств, що потребують стабільної логістики, розвинутою мультимодальною інфраструктурою – автомобільним, залізничним, річковим, повітряним транспортом.

Через Полтавську обл. (значення РАС – 0,896) проходить міжнародна траса М03 (Київ–Харків–Довжанський), забезпечуючи зв'язок між столицею та східними регіонами. Регіональні дороги з'єднують область із Сумською, Черкаською, Дніпропетровською та Харківською областями. Вузлова станція Полтава-Південна – важливий логістичний хаб для вантажних перевезень. Річка Дніпро – хоча не проходить безпосередньо через Полтаву, місто Кременчук має портове господарство, що дозволяє здійснювати вантажні перевезення водним шляхом. Всім областям притаманна розвинена інфраструктура – наявність складів, терміналів, автопарків.

Середній рівень РАС в інших областях становить від 0,013 (Чернівецька обл.) до 0,179 (Черкаська обл.), а 10 найнижчих позицій займають західні (Чернівецька (0,013), Львівська (0,037), Закарпатська (0,039), Івано-Франківська (0,048), Волинська (0,049), Тернопільська (0,078)) та північні області (м. Київ (0,014), Чернігівська (0,048), Сумська (0,063)). Луганська область, не зважаючи на важливість для внутрішньої логістики, через обмежений доступ починаючи з 2014 року посідає місце в десятці областей з найнижчим рівнем РАС (0,076).

Зовсім іншою є картина за середнім значенням коефіцієнта зростання РАС, яке порівнює значення поточного показника у 2024 році до початкового у 2002 році. Військові дії на сході та півдні країни переформатували її логістичну карту. Зокрема, серед 10 областей з найбільшим середньорічним темпом зростання РАС п'ять областей знаходяться в західному регіоні (Чернівецька (1,092), Тернопільська (1,063), Івано-Франківська (1,050), Волинська (1,042), Хмельницька (1,016)) три області з північного регіону (м. Київ (1,296), Чернігівська (1,007), Київська (1,007)) та дві з центрального регіону (Кіровоградська (1,054), Полтавська (1,017)). Причому м. Київ перевищує середньорічний темп зростання по Україні (0,9796) на 31,6%, Чернівецька обл. на 11,2%, інші області – від 2,7 до 8,4%.

Тоді як 12 областей з найнижчим рівнем зростання знаходяться переважно в східному (Луганська (0,0), Донецька (0,945), Харківська (0,989)), південному (Запорізька (0,968), Миколаївська (0,994), Одеська (0,996), Херсонська (0,998)) та північному (Сумська (0,992)) регіонах. Серед них середньорічні темпи зростання в Донецькій обл. є нижчими за середньорічні по країні на 3,4%, причому в 12 з 25 регіонів спостерігається негативне зростання.

Загалом рівень РАС в інших 13 областях досяг різного ступеня зростання, що свідчить про те, що логістична галузь України, незважаючи на триваючі військові дії та агресію північного сусіда, досягла певних позитивних результатів у якісному розвитку. Цей результат цілком узгоджується з стратегічними програмами розвитку логістичної галузі України.

Таким чином, хоча логістична галузь України розвинена певною мірою, рівень розвитку логістичної галузі в центральному регіоні вищий, ніж у західному та північному регіонах, і існує очевидна регіональна нерівномірність. Виходячи з цього, результати оцінки протягом 2002–2024 рр., отримані шляхом застосування системи індексів, об'єднаних в інтегровану оцінку РАС, можуть добре відображати фактичну ситуацію розвитку логістичної галузі України, вказуючи на те, що система індексів оцінки є достовірною та застосовною для подальшого моделювання та прогнозування.

Характеристика часової еволюції. На рис. 2 зображено часову тенденцію розвитку РАС у всій країні та п'яти основних регіонах.

По всій країні рівень РАС піднявся з 0,161 у 2014 році до 0,218 у 2019 році із середнім значенням 0,184 і середньорічним темпом зростання -0,04 %. Ця еволюція умовно поділяється на три етапи.

Перший етап – повільний спад або рецесія (2002–2014 рр.). Його загальна тенденція на цьому етапі загалом дещо низхідна. Другий етап – це етап адаптації та поживлення (2015–2019 рр.), і рівень РАС у 2019 р. був на 5,6 % вищим, ніж у 2014 р. Несучи на собі тягар глобальної кризи, спричиненої пандемією COVID-19, він став свідком поступового зниження після 2019 року. Щоб впоратися з цією кризою, а також забезпечити стабільне та здорове зростання логістичної галузі, було сформовано Національну транспортну стратегію України на період до 2030 року «Drive Ukraine 2030», метою якої стало «створення ефективного транспортного комплексу України, інтегрованого у світову транспортну мережу, та забезпечення його безпечного функціонування, досягнення Україною статусу регіонального транспортного хабу, задоволення потреб населення в перевезеннях і покращення умов ведення бізнесу для забезпечення конкурентоспроможності та ефективності національної економіки» [9].

Проте, незважаючи на впроваджені реформи державою, галузь логістики погіршувала показники розвитку. Третій етап – етап поступового спаду (2020–2024 рр.). На цьому етапі рівень РАС продовжував спадати з 0,218 у 2019 році до 0,181 у 2024 році із середньорічним темпом зростання -3,614 %. Після 2022 року індустрія логістики України у зв'язку з російською військовою агресією, була змушена змінювати масштаби ринку та переорієнтовуватись на інші види транспорту. Таким чином, тимчасово РАС України була змушена частково відмовитись від мультимодальної логістики, але, попри виклики повномасштабного вторгнення, логістична галузь демонструє стійкість. На цей час основними завданнями РАС залишаються підвищення якості та ефективності, наголошуючи на технологіях, якості та ефективності послуг і приділяючи увагу захисту навколишнього середовища.

З точки зору тенденції з 2002 по 2024 рік середньорічні темпи зростання РАС у центральному, західному, південному, північному та східному регіонах становили 1,001 %, 1,002 %, -1,359 %, 1,001 % та -5,125 % відповідно, що вказує на те, що лише центральний, західний та північний регіони досягли ефективного зростання. На цьому етапі галузь

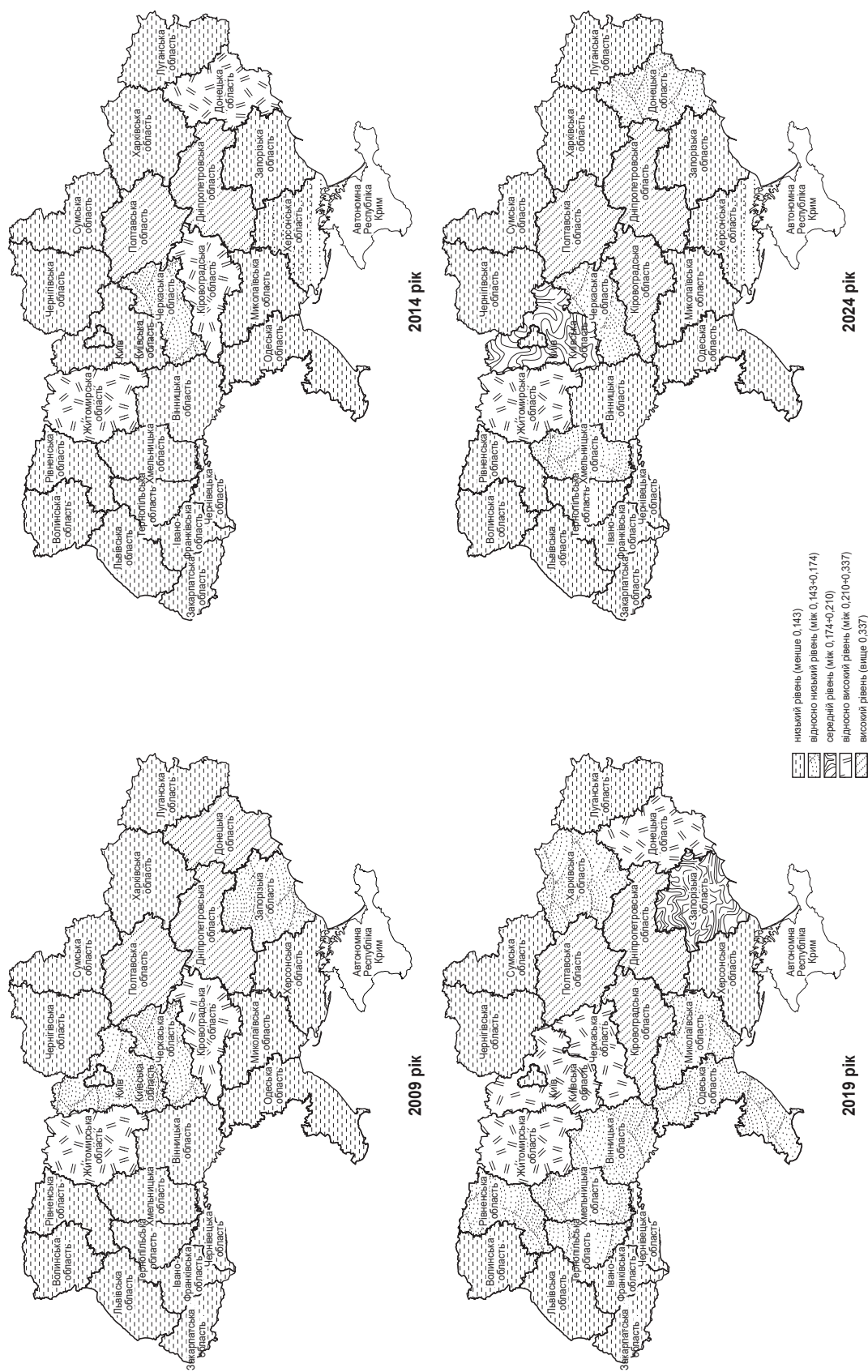
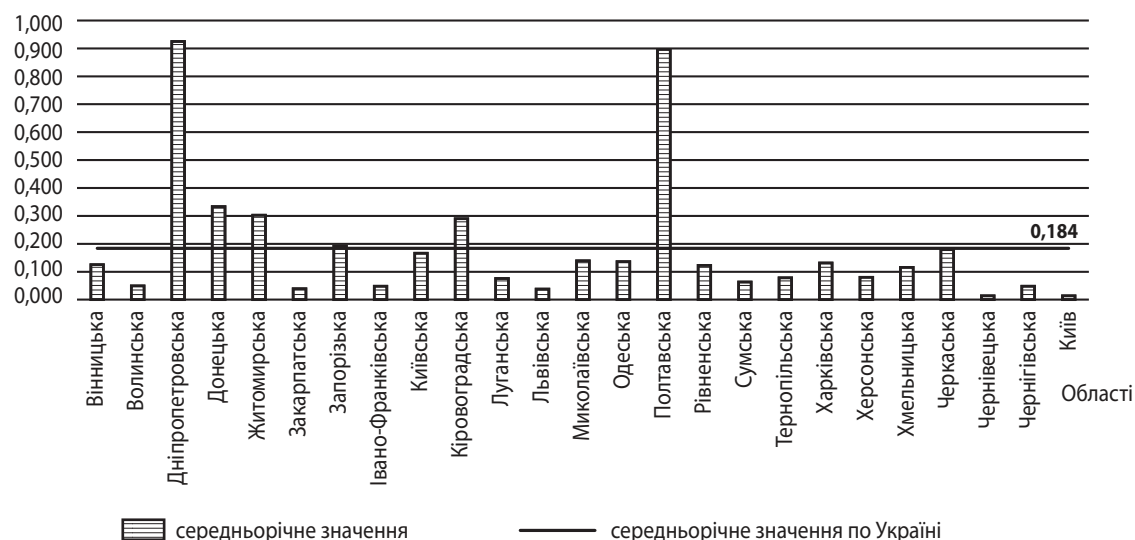


Рис. 3. Просторовий розподіл рівня РЛС

Джерело: розраховано автором

Середньорічне значення



Середньорічний коефіцієнт

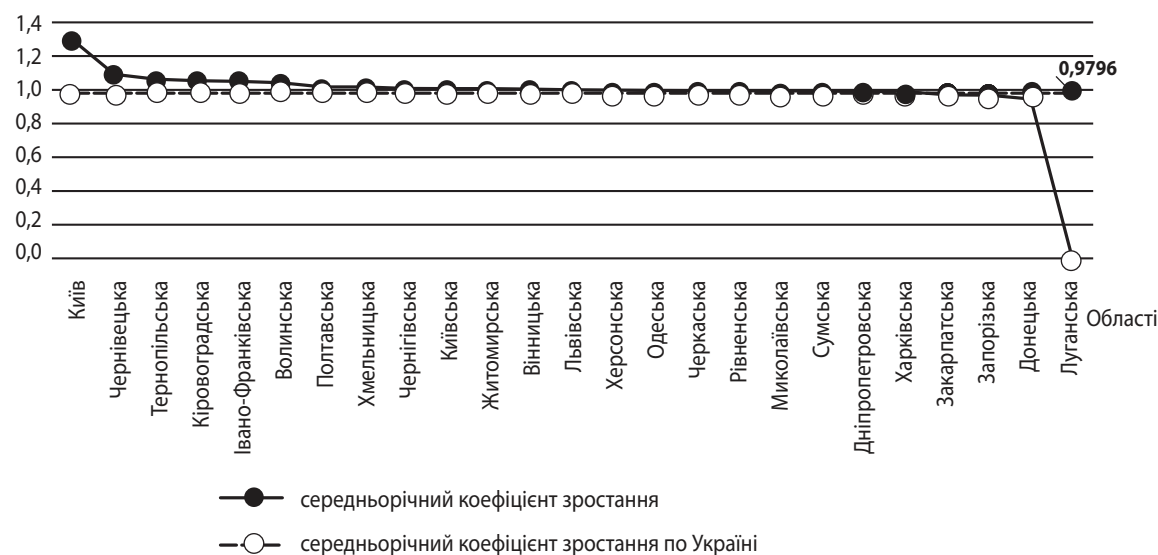


Рис. 1. Середньорічні значення та коефіцієнт зростання рівня РЛС

Джерело: розраховано автором

логістики в західних регіонах розширилася, але показала низькі результати щодо продуктивності та захисту навколишнього середовища. Через повномасштабне вторгнення рівень РЛС у двох основних промислових регіонах – східному та південному – з 2002 по 2024 рік знизився різною мірою у 3,47 та 1,92 рази відповідно. Це ті втрати, які понесла логістична галузь внаслідок російської військової агресії в тому числі.

Рівні РЛС у трьох інших регіонах швидко зросли (центральный – 0,570 у 2019 році, північний – 0,168 у 2020 році, західний – 0,104 у 2019 році). Крім того, з точки зору рівня РЛС він завжди був вищим, ніж середній по країні, із середнім значенням 0,483 і середньорічним темпом зростання 1,001 % у центральному регіоні між 2002 та 2024 роками. На відміну від центрального регіону, рівень РЛС у північному та західному регіонах був незмінно нижче середнього

по країні, із середніми значеннями 0,119 і 0,063, хоча середньорічні темпи зростання становили 1,001 % і 1,002 % відповідно. Одним із можливих пояснень є те, що центральний регіон перевершує північний і західний регіони щодо економічної бази, трудових ресурсів, інфраструктури, рівня споживання населення та інвестицій у науково-технічні інновації. Це допомагає підтримати РЛС з боку постачання, сприяє скороченню витрат і підвищенню ефективності логістичної галузі в центральному регіоні та гарантуватиме, що логістичний сектор задовольняє потреби населення щодо кращого життя.

Характеристика просторової еволюції. Для аналізу просторової еволюції нами обрано перехресні дані за 2009, 2014, 2019 та 2024 років, щоб візуалізувати рівні РЛС. Зокрема, як в [16], нами використано метод природної точки розриву для класифікації рівнів РЛС у 2009 році на п'ять

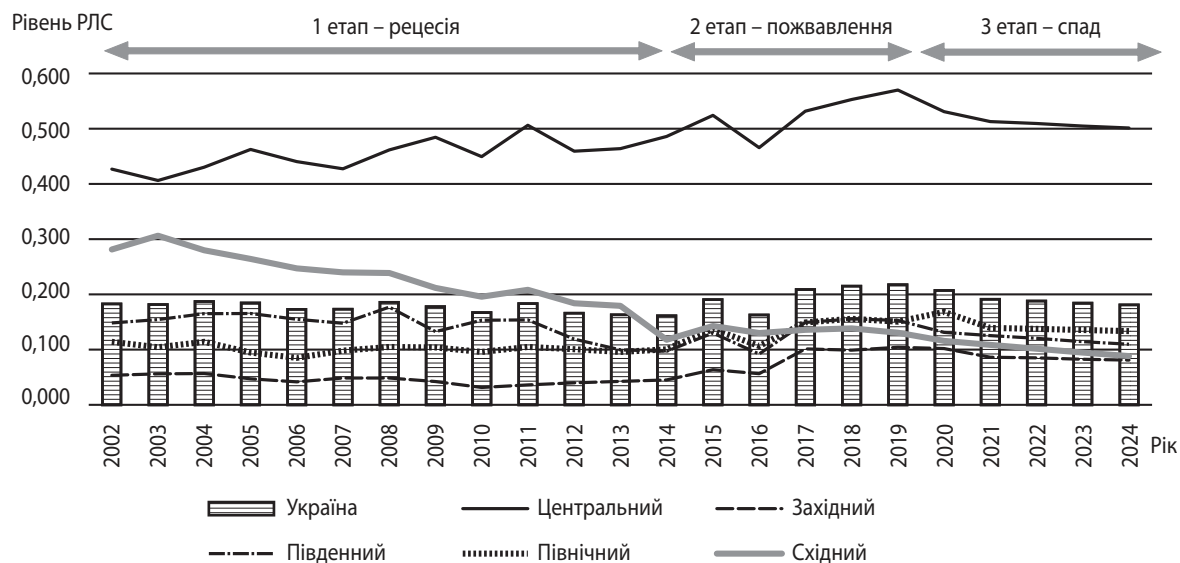


Рис. 2. Характеристика часової еволюції рівня РЛС

Джерело: розраховано автором

ступенів: низький рівень (менше 0,143), відносно низький рівень (між 0,143 і 0,174), середній рівень (між 0,174 і 0,210), відносно високий рівень (між 0,210 і 0,337) і високий рівень (вище 0,337). Потім ми застосовуємо цей критерій класифікації до інших трьох років (рис. 3) без будь-яких коригувань. Це не тільки гарантує, що рівні РЛС за чотири роки можна порівняти та проаналізувати розумним чином, але також дозволяє уникнути людського та суб'єктивного втручання.

У 2014 році кількість регіонів, в яких логістична галузь розвивалася на низькому рівні, була найбільшою – 19: це були усі західні та південні регіони, північний регіон (окрім Житомирської обл.) та східний регіон (окрім Донецької обл.). Тільки Дніпропетровська та Полтавська області були на високому рівні. У 2019 році Тернопільська, Харківська, Миколаївська, Рівненська, Вінницька, Хмельницька, Одеська області з низького рівня перемістилися в у відносно низький рівень. Кіровоградська область піднялася з відносно високого рівня до високого рівня. У 2024 р. карта областей із низьким рівнем практично співпадає із картою 2009 року (окрім Хмельницької області), причому більшість з них зосереджено в західному і південному регіонах. Водночас області з високим рівнем зберегли свої позиції у порівнянні з 2019 роком. Погіршили свої позиції області південного та східного регіонів: з середнього до відносно низького рівня перемістилась Запорізька область, з відносно високого до відносно низького перемістилась Донецька область, з відносно низького до низького перемістилась Харківська область. Отже, у розглядуваних роках просторовий розподіл областей за рівнем РЛС суттєво змінювався. Зокрема, області з відносно високим рівнем і високим рівнем східного регіону перемістилися в зону низького та відносно низького рівня РЛС. Незмінними були позиції: високого рівня для областей центрального регіону, низького та відносно низького рівня для областей західного регіону та м. Києва. Области, які знаходилися ближче до централь-

ного регіону, до 2019 року демонстрували «тяглість» до вищого за попередній рівня розвитку РЛС. З 2014 по 2019 рік області з низьким рівнем РЛС в Україні поступово зменшувалися, тоді як області з відносно високим рівнем і високим рівнем мали тенденцію до збільшення та переважно зосереджені у західному та північному регіонах.

Динамічна еволюція. На рис. 4А показано динамічну еволюцію рівня РЛС в Україні та за регіонами з 2002 по 2024 рр. Що стосується місця розподілу, центру і інтервалу зміни національної кривої розподілу щільності ядра помірно зміщувалися праворуч до 2019 року, показуючи, що національний рівень РЛС зростає. З огляду на перспективу моделі розподілу, висота кривої головного піку продовжує зменшуватися, а ширина має тенденцію до незначного розширення, що вказує на вищу дисперсію РЛС у областях вибірки. Крім того, від розширення розподілу крива має спадаючий досвід вправо, і період слідування поступово подовжується, що означає, що абсолютна різниця між різними областями збільшується. З огляду на явище поляризації, крива розподілу в основному включає головний пік і один або кілька бічних піків, що вказує на те, що РЛС майже в усі роки мали біполярну або мультиполярну диференціацію. Таким чином, хоча на кожній території вона досягла різного ступеня зростання протягом періоду дослідження, різниця в забезпеченості ресурсами та середовищі розвитку ускладнює областям із відносно низьким прогресом у галузі логістики можливість наздогнати провідні області за короткий час дослідження.

Рис. 4Б–4Е зображують динамічну еволюцію в п'яти основних географічних регіонах України. Від місця розподілу, центру та інтервалу змін крива розподілу трьох регіонів – центрального, західного, північного – має правий тренд, що вказує на те, що логістична галузь кожного регіону досягла значного прогресу. З точки зору перспективної моделі розподілу висота головного піку на для західного та північного регіонів спочатку збільшується

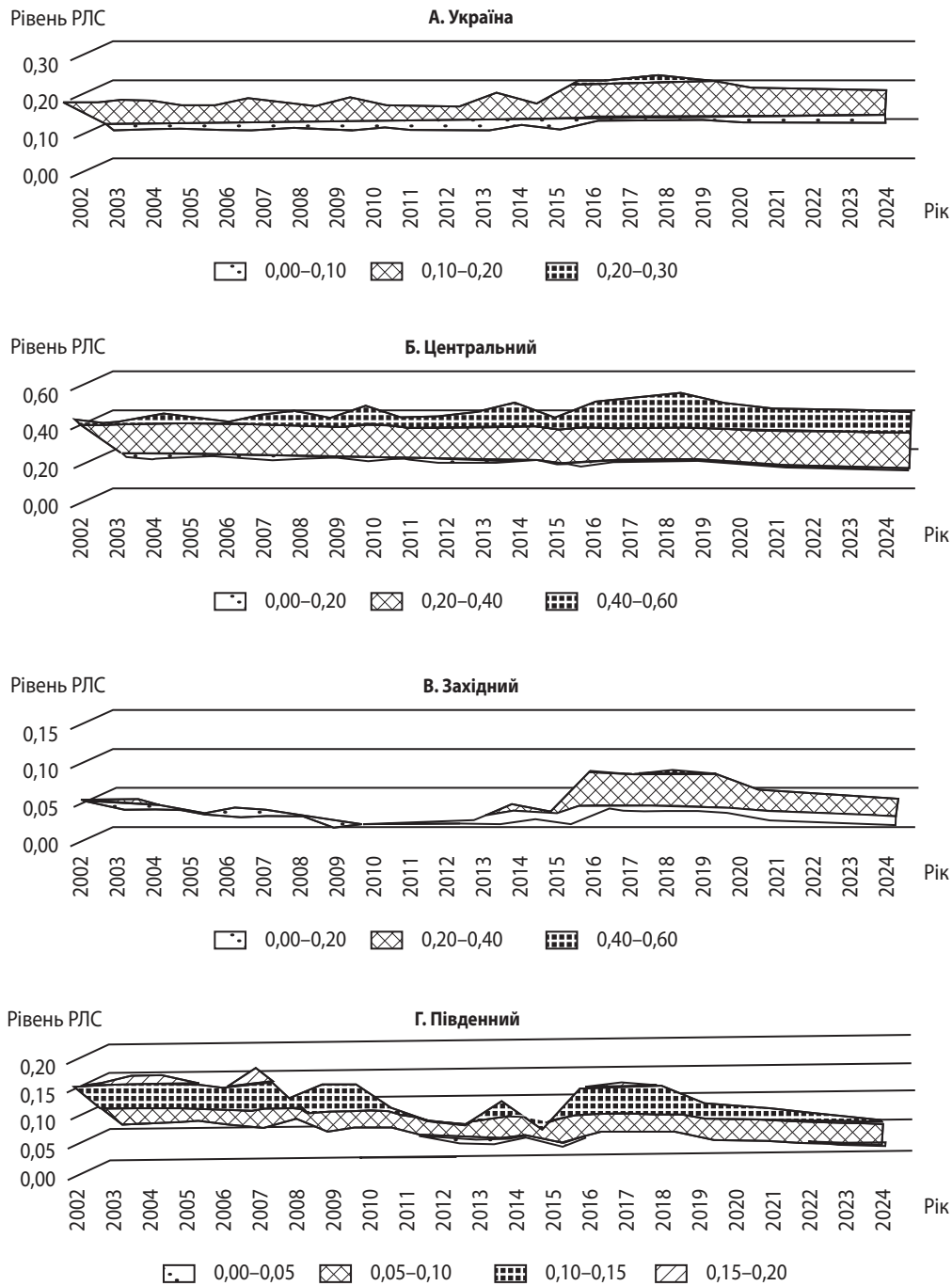


Рис. 4. Динамічна еволюція рівня РЛС

Джерело: розраховано автором

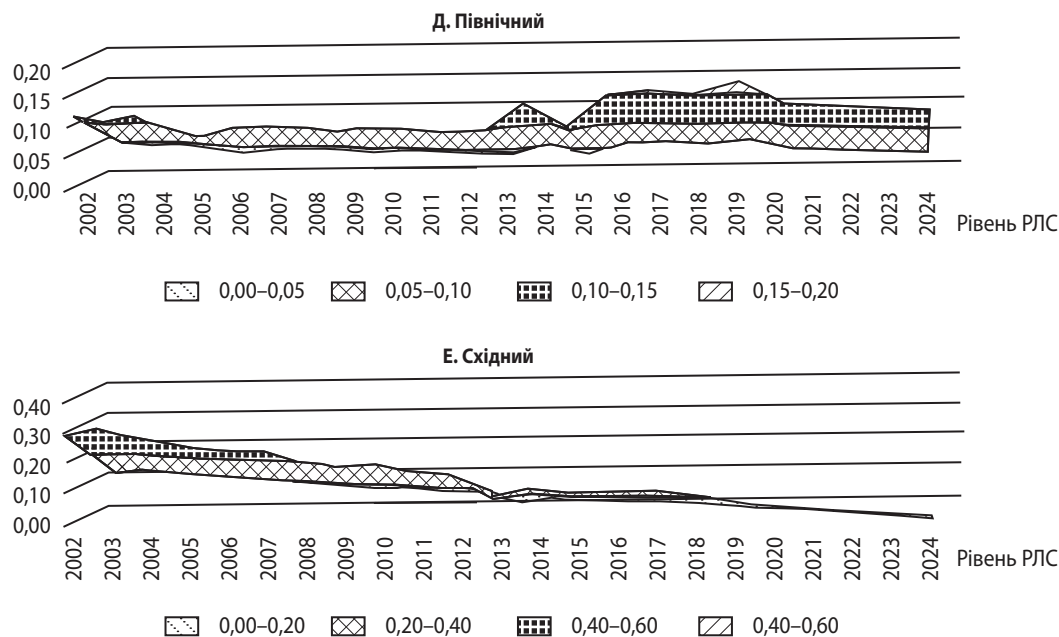


Рис. 4. Закінчення

ся, а потім зменшується, а ширина спочатку звужується, а потім розширюється. Це вказує на те, що його дискретний ступінь і абсолютні диспропорції в межах західного та північного регіонів поступово збільшуються, що пов'язано зі переорієнтацією видів транспорту у зв'язку з повномасштабним вторгненням.

Висота головного піку в північному регіоні зазнала трьох змін (рис. 4.Д), що чергуються «зростання – зниження». Загалом висота головного піку зменшується, а ширина збільшується, вказуючи на те, що ступінь дисперсії в північному регіоні також збільшується в наступний період. Ширина головного піку на заході (рис. 4.В) стає ширшою, і існує тенденція до того, що висота спочатку зменшується, а потім підвищується, а потім зменшується, що вказує на те, що дискретний ступінь РЛС розширився. З огляду на явище поляризації, у більшості років крива розподілу трьох регіонів – центрального, західного, північного – має головний пік і один або кілька бічних піків, що означає, що галузь логістики має біполярну або багатополарну диференціацію щодо якісного розвитку. Диференціація полягає в тому, що відстань між основними та бічними вершинами в південному та центральному регіонах (рис. 4.Г та рис. 4.Б відповідно) є великою, а внутрішньо регіональна різниця є більш помітною, що вказує на явне явище градієнту на півдні та в центрі. Навпаки, висоти головного піку та бічного піку в північному та західному регіонах ближчі, що вказує на відсутність домінуючого явища в центрі регіону.

Висновки. Побудовано систему показників оцінки РЛС, яка складається з 17 показників в чотирьох вимірах: масштаб результату, якість експлуатації, соціальний внесок і зелений розвиток. Для вимірювання рівня РЛС у 24 областях України та м. Києві за період з 2002 по 2024 роки застосовано вдосконалений метод ентропійної ваги. З точки зору часової еволюції загальна тенденція РЛС з 2002

по 2024 роки була очевидною із середньорічним темпом зростання $-0,04\%$. З точки зору тенденції з 2002 по 2024 рік середньорічні темпи зростання РЛС у центральному, західному, південному, північному та східному регіонах становили $1,001\%$, $1,002\%$, $-1,359\%$, $1,001\%$ та $-5,125\%$ відповідно, що вказує на те, що лише центральний, західний та північний регіони досягли ефективного зростання. На цьому етапі галузь логістики в західних регіонах розширилася, але показала низькі результати щодо продуктивності та захисту навколишнього середовища. Через повномасштабне вторгнення розрив РЛС між регіонами поступово збільшувався, демонструючи поступове зменшення ознаки диференціації «схід – центр – захід». З огляду на просторовий розподіл, області низького та відносно низького рівня з РЛС поступово зменшувалися протягом періоду обстеження, переважно в західних та південно-східних регіонах, а області високого рівня поступово збиралися у центральному регіоні.

Відповідно до результатів оцінки щільності ядра, з 2002 по 2024 роки центр і інтервал зміни кривої розподілу щільності ядра рівня РЛС у всій країні та трьох основних областях перемістилися вправо. Висота піку демонструвала тенденцію до зниження, а ширина піку поступово збільшувалася.

Напрямки подальших досліджень стосуються оцінки впливу різних факторів на РЛС за допомогою побудови моделі географічної та часової зваженої регресії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року : Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>
2. Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/uk>

3. Іванов С. В., Ляшенко В. І., Трушкіна Н. В. Прогноз на оцінка показників розвитку регіональної транспортно-логістичної системи Придніпровського економічного району // Адміністративно-територіальні vs економічно-просторові кордони регіонів : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. КНЕУ, 19–20 березня 2020 р.
4. Коблянська І. І. Регіональна логістика у контексті сталого розвитку регіонів: сутність та механізми реалізації // Детермінанти соціально-економічного розвитку підприємств : монографія / наук. ред. : Н. І. Строченко, В. В. Пилипенко, О. М. Ковальова. Суми : Сумський національний аграрний університет, 2016. С. 295–304.
5. Коблянська І. І., Рибалко Н. О., Міщенко О. В. Логістичний потенціал регіону: сутність і методичний підхід щодо його оцінювання. *Вісник СумДУ. Серія «Економіка»*. 2015. № 2. С. 23–30.
6. Колодійчук В. А. Інтегральна оцінка економічної ефективності регіональних логістичних систем підприємств зернопродуктового підкомплексу АПК України. *Регіональна економіка*. 2016. № 2. С. 121–128.
7. Кравченко О. П. Методика діагностики функціонування регіональної транспортно-логістичної системи. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*. 2013. № 4. С. 48–52.
8. Мішенін Є. В., Коблянська І. І. Логістичні основи сталого соціально-економічного розвитку регіону. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2014. Вип. 5 (60). С. 3–7.
9. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року «Drive Ukraine 2030» // Кабінет Міністрів України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/reformi/ekonomichne-zrostantnya/reforma-infrastrukturi>
10. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13.08.2024 № 761-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text>
11. Сеньків М. І. Транспортна і розподільча геологістика в Західному регіоні України : дис. ... канд. географ. наук : 11.00.02. Львів, 2017. 24 с.
12. Споживання енергії на транспорті на рівні до пандемії. URL: <https://uk.eureporter.co/energy/2024/10/11/energy-consumption-in-transport-at-pre-pandemic-levels/>
13. Стратегія сталого логістики та План дій для України. Проект для розгляду. URL: <https://mtu.gov.ua/files/Logistics.pdf>
14. Трушкіна Н., Джвігол Х., Квілінський О. Кластерна модель організації логістичної діяльності в регіоні (на прикладі економічного району «Поділля»). *Journal of European Economy*. 2021. Т. 20. № 1 (76). С. 130–151.
15. Feng R., Shen C., Dai D., Xin Y. Examining the spatiotemporal evolution, dynamic convergence and drivers of green total factor productivity in China's urban agglomerations. *Economic Analysis and Policy*. 2023. Vol. 78. P. 744–764.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eap.2023.04.014>
16. Xu A., Qian F., Ding H., Zhang X. Digitalization of logistics for transition to a resource-efficient and circular economy. *Resour. Policy*. 2023. Vol. 83. 103616.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103616>
17. Yan B., Dong Q., Li Q., Yang L., Amin F. U. A study on the interaction between logistics industry and manufacturing industry from the perspective of integration field. *PLoS One*. 2022. Vol. 17 (3). e0264585.
18. Zhang J., Kang L., Li H., Ballesteros-Perez P., Skitmore M., Zuo J. The impact of environmental regulations on urban Green innovation efficiency: The case of Xi'an. *Sustain. Cities Soc.* 2020. Vol. 57. 102123.
DOI: [10.1016/j.scs.2020.102123](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102123)

REFERENCES

- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. URL: <https://stat.gov.ua/uk>
- Feng, R., Shen, C., Dai, D., & Xin, Y. (2023). Examining the spatiotemporal evolution, dynamic convergence and drivers of green total factor productivity in China's urban agglomerations. *Economic Analysis and Policy*, 78, 744–764. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2023.04.014>
- Ivanov, S. V., Liashenko, V. I., & Trushkina, N. V. (2020). Prohnozna otsinka pokaznykiv rozvytku rehionalnoi transportno-lohistychnoi systemy Prydniprovskoho ekonomichnoho raionu [Predictive assessment of indicators of development of the regional transport and logistics system of the Dniepr economic region]. *Administratyvno-terytorialni vs ekonomichno-prostorovi kordony rehioniv : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. KNEU, 19–20 bereznia 2020 r.*
- Koblianska, I. I. (2016). Rehionalna lohistyka u konteksti staloho rozvytku rehioniv: sutnist ta mekhanizmy realizatsii [Regional logistics in the context of sustainable development of regions: essence and mechanisms of implementation]. U N. I. Strochenko, V. V. Pylypenko, & O. M. Kovalova (Nauk. red.), *Determinanty sotsialno-ekonomichnoho rozvytku pidpriemstv* (s. 295–304). Sumskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet.
- Koblianska, I. I., Rybalko, N. O., & Mishchenko, O. V. (2015). Lohistychnyi potentsial rehionu: sutnist i metodychnyi pidkhid shchodo yoho otsiniuvannya [Logistics potential of the region: essence and methodical approach to its assessment]. *Visnyk SumDU. Seriya «Ekononika»*, 2, 23–30.
- Kolodiichuk, V. A. (2016). Intehralna otsinka ekonomichnoi efektyvnosti rehionalnykh lohistychnykh system pidpriemstv zernoproduktovoho pidkompleksu APK Ukrainy [Integral assessment of the economic efficiency of regional logistics systems of enterprises of the grain subcomplex of the agro-industrial complex of Ukraine]. *Rehionalna ekonomika*, 2, 121–128.
- Kravchenko, O. P. (2013). Metodyka diahnostyky funktsionuvannya rehionalnoi transportno-lohistychnoi systemy [Methodology for diagnosing the functioning of the regional transport and logistics system]. *Avtomobil i elektronika. Suchasni tekhnolohii*, 4, 48–52.
- Mishenin, Ye. V., & Koblianska, I. I. (2014). Lohistychni osnovy staloho sotsialno-ekonomichnoho rozvytku rehionu [Logistical foundations of sustainable socio-economic development of the region]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 5(60), 3–7.
- Natsionalna transportna stratehiia Ukrainy na period do 2030 roku «Drive Ukraine 2030» [National Transport Strategy of Ukraine for the period up to 2030 "Drive Ukraine 2030"]. Kabinet Ministriv Ukrainy. URL: <https://www.kmu.gov.ua/reformi/ekonomichne-zrostantnya/reforma-infrastrukturi>
- Natsionalnyi plan dii z vidnovliuvanoi enerhetyky na period do 2030 roku : Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 13.08.2024 № 761-r [National Action Plan for Renewable Energy for the period up to 2030: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated August 13, 2024 No. 761-r]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text>

Pro Tsili staloho rozvytku Ukrainy na period do 2030 roku : Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 30.09.2019 № 722/2019-VR [On the Sustainable Development Goals of Ukraine until 2030: Decree of the President of Ukraine of 30.09.2019 No. 722/2019-VR]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>

Senkiv, M. I. (2017). *Transportna i rozpodilcha heolohistyka v Zakhidnomu rehioni Ukrainy* [Transport and distribution geology in the Western region of Ukraine] (Dys. kand. heohraf. nauk, 11.00.02). Lviv.

Spozhyvannia enerhii na transporti na rivni do pandemii [Energy consumption in transport at pre-pandemic levels]. URL: <https://uk.eureporter.co/energy/2024/10/11/energy-consumption-in-transport-at-pre-pandemic-levels/>

Stratehiia staloi lohistyky ta Plan dii dlia Ukrainy. Proekt dlia rozhliadu [Sustainable Logistics Strategy and Action Plan for Ukraine. Project for consideration]. URL: <https://mtu.gov.ua/files/Logistics.pdf>

Trushkina, N., Dzhvihol, Kh., & Kvilinskyi, O. (2021). Klasterna model orhanizatsii lohistychnoi diialnosti v rehioni (na prykladi ekonomichnoho raionu «Podillia») [Cluster model of organization of

logistics activities in the region (on the example of the economic region "Podillya")]. *Journal of European Economy*, 20(1 (76)), 130–151.

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. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103616>

Yan, B., Dong, Q., Li, Q., Yang, L., & Amin, F. U. (2022). A study on the interaction between logistics industry and manufacturing industry from the perspective of integration field. *PLoS One*, 17(3), e0264585.

Zhang, J., Kang, L., Li, H., Ballesteros-Perez, P., Skitmore, M., & Zuo, J. (2020). The impact of environmental regulations on urban Green innovation efficiency: The case of Xi'an. *Sustain. Cities Soc.*, 57, 102123. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102123>

Стаття надійшла до редакції 30.08.2025 р.

Статтю прийнято до публікації 14.09.2025 р.

■